

ACTA ACADEMIAE PAEDAGOGICAE AGRIENSIS

NOVA SERIES TOM. XXXV.

SECTIO PERICEMONOLOGICA



REDIGIT
LÁSZLÓ UJFALUDI



EGER, 2008

**AZ ESZTERHÁZY KÁROLY
FŐISKOLA
TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEI**

ÚJ SOROZAT XXXV. KÖTET

**TANULMÁNYOK
A KÖRNYEZETTUDOMÁNYOK
KÖRÉBŐL**

SZERKESZTI
UJFALUDI LÁSZLÓ

EGER, 2008

Tartalom

Leskó Gabriella – Katona Ildikó – Pajtókné Tari Ilona – Kárász Imre: A környezettan-tanár elektronikus eszközkészlete	3
Misik Tamás – Varga Katalin – Kárász Imre: A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő fiziognómiai struktúra-változásának vizsgálata 1997 és 2002 között	11
Kárász Imre: A bibircses kecskerágó (<i>Euonymus verrucosus</i> SCOP.) gyökérrendszerének szerkezete a Síkfőkúti tölgyesben	25
Batta Gergő – Misik Tamás: A Hevesi homokhát gyurgyalag-telepeinek komplex felmérése	37
Csaba Csutorás – László Rácz: The history of viticulture and viniculture in Eger	47
Csaba Csutorás – László Rácz – Gyula Záray: Comparison of trace element and aroma compound contents of red wines	53
Ujfaludi László: Peszticidek növényi gyökéren át történő felvételének kockázata	61
Vida József: Varázstorony az egri líceumban	75

**ACTA
ACADEMIAE PAEDAGOGICAE
AGRIENSIS**

NOVA SERIES TOM. XXXV.

SECTIO PERICEMONOLOGICA

Tomus 3

REDIGIT
LÁSZLÓ UJFALUDI

EGER, 2008

Lektorálták:

Dr. Berényi Sándor
egyetemi docens

Dr. Kiss Attila
főiskolai tanár

Dr. Lakatos Gyula
egyetemi tanár

Dr. Murányi Zoltán
főiskolai tanár

Ősz György
középiskolai tanár

Dr. Tóthmérész Béla
egyetemi tanár

ISSN: 1789-0608

A kiadásért felelős
az Eszterházy Károly Főiskola rektora
Megjelent az EKF Líceum Kiadó gondozásában
Igazgató: Kis-Tóth Lajos
Felelős szerkesztő: Zimányi Árpád
Műszaki szerkesztő: Nagy Sándorné

Megjelent: 2009. szeptember Példányszám: 50
Készült: az Eszterházy Károly Főiskola nyomdájában, Egerben
Felelős vezető: Kérészy László



A környezettan-tanár elektronikus eszközkészlete

Leskó Gabriella – Katona Ildikó – Pajtókné Tari Ilona –
Kárász Imre

Eszterházy Károly Főiskola, Természettudományi Kar

Abstract: Elektronik equipment for teacher of environmental science.

The idea and the model of the nEtQUIPMENT of geography teachers is based on Pajtók-Tari's work. Applying her model, we created the nEtQUIPMENT for the teachers of environmental studies. nEtQUIPMENT is a free, multimedia internet service. By downloading this program, teachers or the inquiring visitors enter a virtual workshop where an easy click on furnishings gets them to useful environmental equipment and webpages. This webpage promotes the development of the ICT (Information and Communication Technology) competencies, which form part of the CIP (Competitiveness & Innovation framework Program) of the EU. The European Union encourages a national education strategy which supports the integration of the ICT elements in the education, and the introduction and popularization of e-learning methods in the teacher training courses. Life-long learning, as one of the aims of the education for sustainability is supported by using this webpage.

Key words: nEtQUIPMENT, e-learning, life-long learning

Bevezetés

Az Európai Bizottság által kidolgozott dokumentum **öt pontból álló követelménysorban** fogalmazza meg az oktatási és képzési intézmények számára az élethosszig tartó tanulás követelményeit:

- (1) a készségek, képességek, kompetenciák fejlesztése;
- (2) az oktatási ráfordítások bővítése;
- (3) a társadalmi befogadás és felzárkózás feltételeinek a megteremtése;
- (4) az élethosszig tartó tanulás stratégiáinak, a tanulásirányítás és az akkreditáció feltételeinek a kidolgozása;
- (5) az adatszolgáltatás és az összehasonlíthatóság követelménye (*European Report 2002*).

A KÖRNYEZETTAN nEtSZKÖZKÉSZLET elősegíti az IKT (Információs és Kommunikációs Technológia) kompetenciák fejlesztését, amely az Európai Unió Versenyképességi és Innovációs Keretprogramjának (CIP) is része. Az Európai Unió fejlesztési irányvonalai olyan nemzeti oktatási stratégia megvalósítását ösztönzik, amely az IKT elemeinek oktatási integrálását támogatja, nagyobb hangsúlyt fektet az oktatástechnológiai ismeretek oktatására, e-learning módszereket kíván bevezetni és elterjeszteni a pedagógusképzésben, valamint a létező, működőképes gyakorlatok összegyűjtésére és elterjesztésére motivál. A KÖRNYEZETTAN nEtSZKÖZKÉSZLET ezeket az irányvonalakat követve jött létre.

A környezettan-tanár elektronikus eszközkészlete egy doktori disszertáció sablonját vette alapul (Pajtkó-Tari 2007) és erre építettük föl a környezettan-tanár számára szükséges eszközök készletét.

A nEtSZKÖZKÉSZLET egy multimédiás, internetes szolgáltatás, amelynek ingyenes letöltésével a tanár vagy az érdeklődő regisztráció után egy virtuális dolgozósobába jut, amelynek különböző berendezési tárgyait kattintva továbbléphet a környezettan-tanár számára szükséges eszközökhöz, hasznos honlapokhoz. Az eszközkészletben felhalmozott információk, a különböző linkek alatti tartalmak segítik a tanárokat a motiváláshoz szükséges ismeretek, kép és ábraanyag kiválasztásában. Ez az elkészített és folyamatosan aktualizált honlap a legmodernebb oktatástechnológiai elemen keresztül segíti a napi gyakorlatban a pedagógusok munkáját.

A virtuális dolgozósoba bemutatása

A dolgozósobában többféleképpen juthatunk el az egyes eszközökhöz. Az első módja, hogy egy tárgyra kattintva egy kis cetli jelenik meg, amelyeken címszavak találhatóak, amelyekre kattintva tovább léphetünk.

A másik út, hogy egy tárgyra kattintva egy papíros oldal jelenik meg, amelyen rövid bevezetés után szintén megvan a továbblépés lehetősége olyan honlapokra, amelyek célzottan az adott témával foglalkoznak vagy információkat, képeket gyűjthetünk róluk; illetve a bizonyos tárgyakra kattintva linkgyűjteményhez juthatunk.

A környezettan-tanár elektronikus eszközkészlete egy személyre szabott nyitóképpel indul (1. ábra): az irodában megtalálhatóak a környezettan-tanári dolgozósoba szokásos eszközei, ezenkívül a hatalmas ablak – azon túl, hogy kellemes tartózkodást biztosít a helyiségben – olyan kertre néz, amely több olyan elemet tartalmaz, amelyek szintén a környezettan-tanár eszköztárát bővítik. A dolgozósoba képként egy pergamentekercsen látható, amely megjelenési stílus az eszközkészlet minden oldalán megmarad. A kép alatt négy felirat található. Az első a *Névjegy*, ahol a nEtSZKÖZKÉSZLET ötletgazdájának és a KÖRNYE-

ZETTAN nEtSZKÖZKÉSZLET gondozójának bemutatkozása található. Második a *Kapcsolat* címszó, amelyre kattintva megtekinthetjük azokat az elérési pontokat, ahol kapcsolatba léphetünk a nEtSZKÖZKÉSZLET kitalálójával, illetve gondozójával. A *Súgó* felírra kattintva tanulmányozhatja a felhasználó a honlap leírását. A *Honlaptérképre* kattintva pedig a honlap tartalomjegyzéke tekinthető át betűrendes sorrendben. Ha továbblépünk valamelyik eszközre, akkor is ez a formátum marad – pergamen lap, alul a négy címszóval.

Az *Íróasztalon* található *Naptár*ra kattintva értesülhetnek a legfrissebb hírekről a környezet- és természetvédelem területén, illetve a Jeles Napokról, mint például a Víz-, a Föld- ...stb Világnapja. Az *Íróasztalon* található még a *Kapcsolattartást* szolgáló *Telefon*, amely megjeleníti a honlap létrehozójának és gondozójának elérési lehetőségeit. Az asztalon nem véletlenül került központi helyre a *Laptop*, hiszen az Internet adta lehetőségekre épült ez az egész honlap. A *Laptopról* elérhetők az Interneten megtalálható *Környezeti neveléssel kapcsolatos honlapok*, az eddig Magyarországon megjelent *Multimédiás CD-k*, a *Sulinet* (Sulinet Digitális Tudásbázis) és különböző Power Point (*PPT*) *bemutatók*, amelyek segítséget nyújtanak a pedagógus kollegáknak saját bemutatók létrehozásában, valamint ezeket is felhasználhatják tanóráikon.

Az *Íróasztal* fiókjai is hasznos tartalommal vannak megtöltve: kész óraterveket találhatunk a középső fiókban, az órai munkát segítő *Abrákat* pedig az alsóban. Található egy olyan fiók is, amelyben a honlap elkészítéséhez szükséges források listája, valamint a szerzői jogvédelemmel kapcsolatos információk (©) vannak.

A KÖRNYEZETTAN nEtSZKÖZKÉSZLET felépítése és információanyagai a készítők nézeteit tükrözik, de nyilván a felhasználók körében felléphet igényként, hogy az általuk hasznosnak tartott honlapokat, dokumentumokat ajánlják, illetve hozzáférhetővé tegyék a többi felhasználó számára is. Erre is van mód, feltölthetik saját anyagaikat, honlap ajánlóikat, ha az irodai székre kattintatnak (*Feltöltés*). A honlap szerkesztői ezt rendszeresen figyelik és lektorálás, illetve szakmai és szerzői jogi védelem vizsgálata után a KÖRNYEZETTAN nEtSZKÖZKÉSZLET megfelelő pontja alá helyezik, ezenkívül a *Saját eszközeim* menüpont alatt a *Honlaptérkép* menürendszerének megfelelően egy mapparendszer tölthető le. Ezt mentheti a saját számítógépére, s ebben elhelyezheti saját eszközeit.

A dolgozószobában található következő szerkezeti egység a szekrény, amely számos hasznos és érdekes segédanyagot tartalmaz a pedagógusok és az érdeklődők számára.

Itt találhatóak, a Magyarországon megjelent *Oktatócsomagok*, amelyek tematikusan – egy téma köré csoportosítva –, vagy komplexen – több témát átfogva – tárgyalják a környezet- és természetvédelmi témákat. A következő polcon lévő *Pedagógia* címszóra kattintva több választási lehetőséget is kínál a megjelenő

kis cetli: *Környezeti nevelés, Fenntarthatóság pedagógiája, Tankönyvek, Módszerek*. Továbbhaladva a polcok sorában a *Könyvtárak* következnek, amelyek a magyarországi és külföldi szak- és általános könyvtárak honlapjaira vezetnek minket. A következő polcokon kapnak helyet az *Enciklopédiák* és az *Ismeretterjesztő könyvek*, valamint a *Környezettudomány részterületei* és a *Környezettudomány története*. Fontos elem a polcokon az *Ökoiskola*, amely egy nemzetközi hálózat része. Az „öko” szócska mindig arra utal, hogy tevékenységet olyan módon végzik, hogy közben a lehető legnagyobb mértékig megpróbálják tiszteltben tartani az élővilág érdekeit, megpróbálnak minél kisebb károsodást okozni az ökoszisztémának. Az ökoiskolák tehát olyan iskolák, melyek a fent leírt elvek alapján igyekeznek működni.

A szekrény fiókaiban találhatóak a környezet- és természetvédelemhez kapcsolódó *Érdekességek, Szakcikk, Folyóiratok* valamint *Tantervek, dokumentumok*.

A KÖRNYEZETTAN nEtSZKÖZKÉSZLET tartalmaz egy tematikus fénykép gyűjteményt (*Fényképezőgép*), illetve olyan honlapokra kalauzolja a felhasználót, ahol különböző témában talál fotókat.

Az ajánlott honlapok sorában megtalálhatóak más szakok nEtSZKÖSZKÉSZLET-ének linkjei is, hiszen mindenki a saját szakterületét képes a legpontosabban ismertetni. Ilyen hely például az *Ásványgyűjtemény*, amely azon túl, hogy a magyar és külföldi ásványos honlapokra irányít bennünket, a FÖLDRAJZTANÁR nEtSZKÖSZKÉSZLET-ének azonos oldalát is elérhetővé teszi.

Elektronikai eszközöket is igénybe vehetünk az irodánkban a *Hi-fi* bekapcsolásával, a természet hangjait szólaltathatjuk meg, míg a *Televízió* olyan videoklipeket és animációkat nyújt egy tanár számára, amelyek motivációként szolgálhatnak, vagy egy-egy természeti folyamat megértésében nyújthatnak segítséget.

Az *Íróasztal* mellé támasztva látható egy hátizsák, amely a *Természetjárás, túravezetés* rejtelseibe vezet be minket. Leírva a túrázás és túravezetés szabályait, az elsősegélynyújtást és túra terveket nyújt különböző területekre.

A szobában található még, egy mikroszkóp, amelyre kattintva a terepi és tantermi/ laboratóriumi *Vizsgálatokhoz* kapunk ötleteket, segítséget.

A dolgozószobán kívül eső másik nagy szerkezeti egység a kert, amely szintén hasznos eszközöket nyújt a pedagógusoknak.

A *Természetvédelem* pont alatt részletes áttekintést kapunk hazánk védett értékeiről, amely a tóra kattintva érhető el.

A tóparti homokban látható lábnyomok az *Ökológiai lábnyomot* szimbolizálják. A lábnyomok olyan honlapokra vezetnek minket, ahol könnyedén kiszámíthatjuk saját ökológiai lábnyomunkat.

A félig élő, félig elszáradt fa a *Környezetvédelem* problémáiban (*víz, energia, éghajlatváltozás, hulladék, biológiai sokféleség, zaj, városiasodás, túlnépesedés, közlekedés, ipar, mezőgazdaság, erdészet, turizmus, az ózonréteg elvékonyodása,*

savasodás, tengerek és óceánok, fogyasztói társadalom, egészség és környezet, emberi jogok) segíti eligazodni az ide látogatót.

Az *Erdei iskola* hazánkban egy jelentős, szorgalmi időszakban megvalósuló tanulásszervezési mód, amely magas színvonalú minőségbiztosítási rendszerrel rendelkezik. A sátorra kattintva megtalálhatjuk az erdei iskola irodalmát az interneten, valamint megismerkedhetünk a minősített erdei iskola szolgáltatókkal.

Végül, de nem utolsósorban egy útjelző táblát láthatunk a tó partján, amely a magyarországi *Tanösvényeket* ismerteti tájegységek szerint.

Összefoglalás

A tanítás minősége jelentős mértékben befolyásolja az élethosszig tartó tanulás hatékonyságát. Ennek egyik meghatározója a tanárok, oktatók, gyakorlatvezetők stb. felkészültsége, alkalmazkodási készsége, például hogyan tudják hasznosítani munkájukban az információs-kommunikációs technológia nyújtotta lehetőségeket, vagy hogyan tudnak megfelelni a tananyagváltozás követelményeinek.

A környezettan-tanár elektronikus eszközkészlete lehetővé teszi a pedagógusok felkészültségének, hatékonyságának növelését, továbbképzését; valamint a pedagógusképzésben is jelentős szerepet játszik mind frontális, mind e-learning formában.



1. ábra: A virtuális dolgozószoba

1. táblázat: Az eszközök tematikus áttekintése

Szoba	Íróasztal	Laptop	Multimédiás CD-k
			A környezeti neveléshez kapcsolódó internetes oldalak
			PPT bemutatók
			Sulinet
		Fiók	Ábrák
			©
			Óratervezetek
	Szekrény	Naptár	Hírek – környezet- és természetvédelmi hírportálok az Interneten
		Polc	Enciklopédiák
			Ismeretterjesztő könyvek
			Könyvtárak
			Oktatócsomagok
			A környezettudomány részterületei
			Tudománytörténet
		Fiók	Szakkikkek gyűjteménye
			Érdekességek
			Szakfolyóiratok
			Tantervek, dokumentumok
			Ökoiskola
		Ásvány	Ásvány- és kőzetgyűjtemény
		Fényképezőgép	Képek
		Hi-Fi	Hangok
		Televízió	Animációk
		Polc 2	A környezeti nevelés formái
			Módszerek a környezeti nevelésben
			Tankönyvek
			Fenntarthatóságra nevelés/Fenntarthatóság pedagógiája
Kert	Szobai elemek	Hátizsák	Természetjárás, túrázás
		Mikroszkóp	Vizsgálatok
	Kerti elemek	Eligazító tábla	Tanösvények
		Lábnymok	Ökológiai lábnym
		Tó	Természetvédelem
		Fa	Környezetvédelem
		Sátor	Erdei iskola

Irodalom

- EU educational workprogram (2002) Aims of European educational and qualification systems connected with detailed workprogram (*Az európai oktatási és képzési rendszerek célkitűzéseikhez kapcsolódó részletes munkaprogram.*) Education and Qualification 2010. Brussels. <http://www.okm.gov.hu/main.php?folderID=1026>
- Komenczi B. (2005) *Didaktika elektromagva? Az e-learning virtuális valóságai* Új pedagógiai szemle vol. 11.
<http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=2004-11-ta-Komenczi-Didaktika>
- The e-Learning Action Plan (2001) – *Designing tomorrow's education. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament.* COM 172 final. Brussels, 28.3.2001. URL:
http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2001/com2001_0172en01.pdf
- Pajtók-Tari I. (2007): *A földrajztanítás korszerű módszerei.* Ph.D. értekezés, Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Budapest
- European Report on Quality Indicators of Lifelong Learning (2002): European Commission, Brussels

A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő fiziognómiai struktúra-változásának vizsgálata 1997 és 2002 között

Misik Tamás¹ – Varga Katalin² – Kárász Imre¹

¹Eszterházy Károly Főiskola, Környezettudományi Tanszék

²Debreceni Egyetem, Ökológiai Tanszék

Abstract: The physiognomical structure changes of shrub layer in the Síkfőkút forest between 1997 and 2002. The structure of an *Quercetum petraeae-cerris* oak forest ecosystem within the Síkfőkút research area („Síkfőkút Project”) was examined by Authors already 35 years ago. The influence of the changes in stand structure due to the decline of sessile oak. The meso- and thermofil shrub species could be able to gain strength. The researchers registered the most important structural parameters of shrub layer in an „A” quadrat (48x48 m) of the oak-forest. The shrub heights were measured with a 3 m long yardstick and the diameter of shrub trunks were measured at 5 cm height above the soil with a slide gauge. Sixteen species were registered in the sample area in the both measuring in 1997 and in 2002. The number of shrubs individuals were 77083 pieces and 23874 pieces per hectar, more then 94,77% and 83,52% lived in the low shrub layer and only 5,23% and 16,48% lived in the high shrub layer. *Euonymus verrucosus* dominated in the low shrub layer some 46,0% and more then 50,0% on latter measuring. *Acer campestre* and *Euonymus verrucosus* came out at some 50,0% in the high shrub layer in both years. The two most frequently occuring high shrubs were *Acer campestre* and *Euonymus verrucosus*. The dominant shrubs grew bigger and bigger (the procession is taking at the moment), but the size of the others species decreased in a small compass. The rate of the low shrubs were decreasing as the latest measurement, proved. .

Keywords: oak forest, physiognomical structure, shrub layer, number of individuals, size changes

I. Bevezetés, célkitűzés

A biológiaiailag releváns léptékekhez való alkalmazkodás igénye hívta életre a hosszú távú ökológiai kutatásokat (Kovács–Láng – Fekete 1995). A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő fiziognómiai struktúráját, illetve annak változásait az IBP és a MAB kutatási programok keretén belül 1972 óta követjük nyomon (Jakucs et al. 1975). Magyarországon a Síkfőkút Project a hosszú távú ökológiai kutatások (nemzetközileg elfogadott rövidítéssel ILTER) egyik hazai bázisa.

Az 1979-1980-as évektől kezdődően egy teljesen új típusú megbetegedés és gyors ütemű faelhalás jelentkezett a magyar erdőkben, amely a hegy- és dombvidékek klímazonális, őshonos kocsánytalan tölgy állományokat érintette, így erőteljesen jelentkezett a Síkfőkút Project területén is (Jakucs 1990). A változások indukálták az erdő további folyamatos kutatását. Célunk az erdőben a tölgypusztulást követően megindult változások detektálása és a cserjeszint struktúrájában tetten érhető átalakulások kiértékelése.

1997-ben és 2002-ben 6. és 7. alkalommal került sor a cserjeszint viszonyainak a feltérképezésére. A 2002. évi eredményeket Misik et al. (2007) közölte. Jelen dolgozatban ennek és az ezt megelőző felmérésnek faj-, illetve egyedszám, méret illetve lombborítás adatait hasonlítjuk össze. Ezúton szeretnénk köszönetet mondani segítségükért Pelyhe Tibor, Kiss Nándor és Jósvai Péter munkatársaknak.

II. A vizsgálati terület jellemzése

A mintaterület Egertől 6 km távolságban fekvő klímazonális, homogén cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris*). Cönológiai összetétele a vizsgálatok kezdetekor (és ma is) megfelel az észak-magyarországi cseres-tölgyesek átlagának (Jakucs 1967, Papp – Jakucs 1976, Papp 2001). A fapusztulás dinamikáját a kutatási területen Jakucs (1990) és Tóthmérész (2001) vizsgálta. A vizsgálati terület részletes leírását megtaláljuk Jakucs (1978, 1985) munkáiban.

III. Módszerek

A felmérést a kutatási terület struktúravizsgálatokra kijelölt negyedhektáros „A” négyzetében végeztük az 1972-ben kialakított módszerrel (Jakucs et al. 1975). A legpontosabb eredmények elérése érdekében a cserjeszintet két alszintre, alacsony és magas cserjeszintre bontva vizsgáltuk. Az alacsony cserjeszintbe az 1 m-nél alacsonyabb, 1,2 cm-es törzsmérőt és 0,5 m²-es lombvetületet meg nem haladó méretű egyedeket (talaj feletti hajtásokat) soroltuk, bármely paraméter esetén nagyobb méretekkel rendelkezőket pedig a magas cserjeszintbe (Kárász et al. 1987). Fának a legtöbb kutató véleménye alapján azokat az egye-

deket tekinthetjük, amelyek mellmagassági törzsátmérője eléri vagy meghaladja a 10 cm-t, magassága pedig meghaladja az 5 métert (Kárász 2001; Kotroczó et al. 2005).

A vizsgálati területet 144 darab 4x4 m-es (16 m²-es) kiségyzetre osztottuk fel zsinórozással a munka megkönnyítése és a hatékonyabb adatfeldolgozás érdekében. A gyökérvizsgálatok (Kárász 1984a, 1984b) igazolták, hogy az általunk vizsgált erdőben a cserjék egy része polikormont képez (különösen az *Euonymus* fajok, a *Ligustrum vulgare* és a *Cornus sanguinea*) így a talaj feletti hajtások száma nem azonos az egyedszámmal. A felméréskor most is a talaj feletti hajtásokat mértük és számoltuk, de – igazodva a régebbi felvételekhez – jelen munkában is az egyedszám kifejezést használjuk.

Minden kiségyzetben megállapítottuk a cserje fajszámot, majd megszámláltuk az adott fajhoz tartozó hajtás (egyed)számot, megmértük minden hajtás (egyed) magasságát 3 m-es osztott farúd segítségével, és végül megmértük a törzsátmérőjét (talajszint felett 5 cm-nél) tolómérővel. Lombvetületet is számoltunk, illetve lombvetületi térképet is készítettünk számos publikációban ismertett módszerrel (Jakucs et al. 1975, Misik et al. 2007). A lombvetületi adatokat az Arcview programmal a Debreceni Egyetemen értékeltük ki. Az alacsony cserjeszintben az előző felmérések alkalmával általában minden egyedre számítottuk az átlagméreteket, de 2002-ben nem történt az alacsony cserjeszintben felmérés.

IV. Eredmények

Egyedszám

A síkfőkúti erdőben 16 cserjefaj élt mind a két felmérés évében. Mindkét vizsgálat során a *Rhamnus catharticus* és a *Tilia cordata* a magas cserjék között csak egy-egy egyeddel volt jelen, és a *T. cordata* hiányzott az alacsony cserjék közül. 2002-ben az alacsony cserjeszintből eltűnt a *Rh. catharticus* is. Az „A” negyedhektárban összesen 17 761 és 5502 egyedet számoltunk. A cserjeszintet hektáronként 77 083 és 23 874 egyed alkotta, ennek 95,03%- és 83,52%-a az alacsony cserjeszintben élt, és csupán 4,97%- és 16,48%-a nőtt 1 méter fölé és alkotta így a magas cserjeszintet a két felmérés alapján.

Mindkét vizsgálatkor dominált a cserjék között az *Euonymus verrucosus* (2002-ben már több mint 57,00%-kal). A magas cserjék felét (1997-ben 49,66%, míg 2002-ben 50,62%-át) együttesen az *E. verrucosus* és az *Acer campestre* tette ki. Harmadik leggyakoribb magas cserje a *Cornus mas* volt. A többi faj előfordulási gyakorisága egy nagyságrenddel alacsonyabbnak bizonyult. Az alacsony cserjeszintben mindkét alkalommal az *E. verrucosus* dominált, őt követte 1997-ben a *Ligustrum vulgare* (24,46%) és az *Euonymus europaeus* (12,09%). Öt év múlva pedig a *L. vulgare* (14,92%) és az *Acer tataricum* (6,46%) volt többségben.

A *Quercus* magoncok (*Q. petraea* és *Q. cerris*) aránya igen kicsi volt mindkét alkalommal. Számuk évről-évre jelentős ingadozásokat mutat (Kárász et al. 1987), ezért a dominancia viszonyoknál nem vettük őket figyelembe. A tölgy magoncok között csak néhány 25 cm feletti található az „A” négyzetben, az ennél alacsonyabb magoncok száma évről-évre csökken (Krakomperger et al. 2008). A részletes adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

A cserjék habitusa, méretei

A cserjék fiziognómiájára vonatkozóan a szakirodalomban nagyon kevés adat áll rendelkezésünkre, azok is szinte kizárólag a magasságra vonatkoznak. Ezért is volt fontos teendő a project életében az erdőben élő cserjék jellemzésére megfelelő paraméterek megállapítása.

Az erdő cserjéi (különösen a magas cserjék) leggyakrabban a fákhoz hasonlóan törzsre, lombkoronára és gyökérzetre tagolhatók. A közvetlen talaj feletti elágazás a fajok többségénél nem jellemző. A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő magas cserjéinek becslésünk szerint csupán 10%-a bokorszerű (Kárász et al. 1987). Ezért jellemzésükhöz a fáknál használatos egyes paramétereket használjuk. Véleményünk szerint a magasság, a talaj szintje felett 5 cm-nél mért törzsátmérő (alacsony cserjék esetében hajtásátmérő) és a lombvetület adataival a legtöbb cserje megbízhatóan leírható.

A magas cserjeszintben minden fajnál elvégeztük a magasság és a törzsátmérő méréseket. A mérések eredményeiből meghatároztuk fajonként a cserjék átlagos méreteit.

Az 1979-85 között lezajlott erőteljes tölgypusztulást követően tapasztalták a kutatók, hogy a cserjék egyre nagyobb méreteket érnek el és fokozatosan nő a magas cserjék aránya is. A fapusztulás eredményeképpen lékek jöttek létre és ezek benövésének folyamata tapasztalható az elmúlt években.

1. táblázat. A cserjék hajtásszáma alszintenként és összesítve 1997-ben és 2002-ben
(**a**= alacsony cserjeszint, **m**= magas cserjeszint)

Fajnév	db/ha						%						változás (db)	
	1997		2002		1997		2002		1997		2002		a	m
	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	össz.	össz.		
Acer campestre	2285	746	907	729	3192	1475	3,12	3,74	23,69	18,52	4,14	6,18	-1539	-1717
Acer tataricum	3247	1289	258	195	3505	1484	4,43	6,46	6,74	4,96	4,55	6,22	-1958	-63
Cercasus avium	54	4	9	9	63	13	0,07	0,02	0,24	0,23	0,08	0,05	-50	0
Cornus mas	1092	529	817	512	1909	1041	1,49	2,65	21,34	13,01	2,48	4,36	-563	-305
Cornus sanguinea	2003	655	169	174	2172	829	2,74	3,29	4,41	4,42	2,82	3,47	-1348	+5
Crataegus monogyna	903	586	302	286	1205	872	1,23	2,94	7,89	7,27	1,56	3,65	-317	-16
Euonymus europaeus	8853	104	82	78	8935	182	12,09	0,52	2,14	1,98	11,59	0,76	-8749	-4
Euonymus verrucosus	33522	11505	994	1263	34516	12768	45,76	57,70	25,98	32,10	44,78	53,48	-22017	+269
Juglans regia	9	4	9	4	18	8	0,01	0,02	0,24	0,10	0,02	0,04	-5	-5
Ligustrum vulgare	17920	2973	191	291	18111	3264	24,46	14,92	4,99	7,40	23,50	13,67	-14947	+100
Loniceria xylosteum	319	13	17	30	336	43	0,44	0,07	0,44	0,76	0,44	0,18	-306	+13
Quercus cernis*	2108	130	13	48	2121	178	2,88	0,65	0,34	1,22	2,75	0,74	-1978	+35
Quercus petraea*	706	1397	13	286	719	1683	0,96	7,00	0,34	7,27	0,93	7,05	+691	+273
Rhamnus catharticus	66	-	4	4	70	4	0,09	-	0,10	0,10	0,09	0,02	-66	0
Rosa canina	168	4	43	22	211	26	0,23	0,02	1,12	0,56	0,27	0,11	-164	-21
Tilia cordata	-	-	4	4	4	4	-	-	-	0,10	-	0,02	-	+4
összesen: 16	73255	19939	3832	3935	77087	23874	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-53316	+107

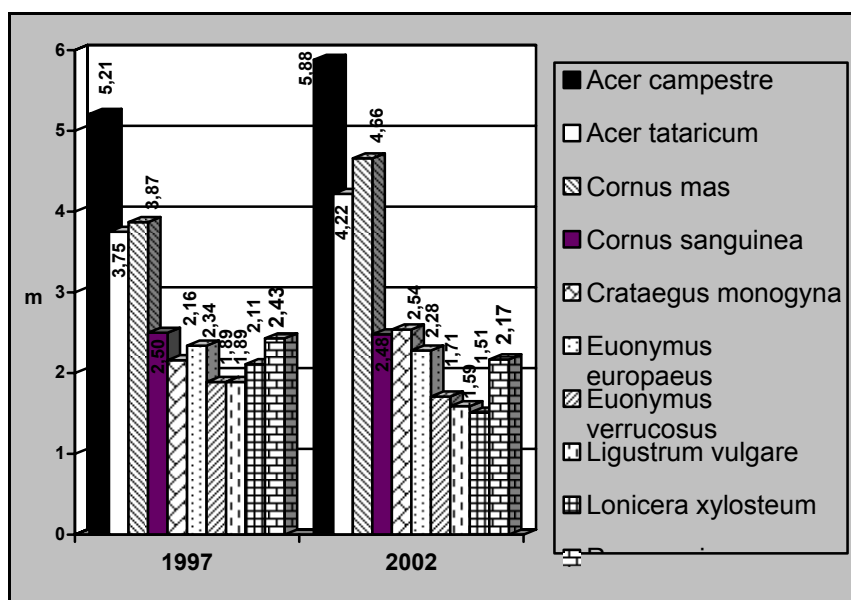
-53209

A lékek keletkezése és megszűnése a természetes erdődinamika része ugyan, de itt főleg a fák csoportos pusztulásának az eredménye. Jelenleg az alaphektárban több kis és közepes méretű lék fordul elő, közülük a nagyobbak az A és a D negyedhektárokból találhatók (Kotroczó et al. 2005).

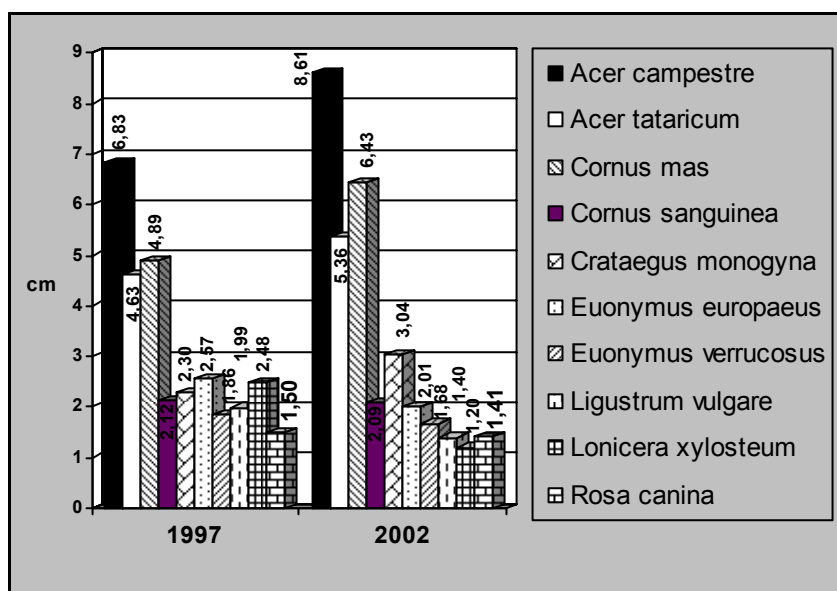
Természetesen a tíz métert meghaladó egyedek nem cserjék, de mivel az előző felmérésekkor is szerepeltek a felvételi adatsorokban, most is számolunk velük. Két fafaj (*T. cordata* és *Cerasus avium*), amelyek a vizsgálatok kezdetekor csak kisméretű egyed(ek)kel voltak jelen, mára 5 méter fölé magasodva kinőttek a cserjeszintből, és ezért (valamint kis egyedszámuk miatt) a méretek összevetésekor őket nem vettük figyelembe. Az átlagos méreteket részletesen a 2. táblázat tartalmazza.

A két felmérés évében a magas cserjék magassága 1,0 és 17,0 m között változott. A legtermetesebb egyed egy-egy *A. campestre* volt mindkét felméréskor mind a magasság mind a törzsátmérő adatok tekintetében. A magas cserjék közül legnagyobb átlagmagasságot mind a két vizsgálat alkalmával az *A. campestre* (5,88 m és 8,23 m) egyedei érték el. Őket követték 1997-ben és 2002-ben egyaránt a *C. mas* és az *A. tataricum* egyedei. Legnagyobb átlagos törzsátmérőt ugyancsak az *A. campestre* egyedeinél regisztráltunk, őket azonban a *C. mas*, majd az *A. tataricum* egyedei követték. A 2002-ben végzett struktúra felmérés során a sorrend nem változott, csak az átlagértékek emelkedtek. 1997-ben néhány *A. campestre* elérte, vagy meghaladta a 8-9 métert, 2 egyed pont 10 méterre nőtt és 14 egyed túl is nőtt ezt a magasságot. A 2002-es vizsgálat alkalmával megállapítottuk, hogy az *A. campestre* 22 példánya magasodott már 10 méter fölé az „A” négyzetben. Mindkét vizsgálat idején egy-egy *A. tataricum* haladta még meg a 10 métert. Ezek a juharok lényegében a kipusztult tölgyfák helyén másodlagos lombkoronaszintet hoztak létre.

A magas cserjék átlagos magasság és törzsátmérő adatait mutatja az 1. és 2. ábra.



1. ábra: A magas cserjék átlagmagassága 1997- és 2002-ben



2. ábra: A magas cserjék átlagos törzsátmérője 1997- és 2002-ben

2. táblázat: Átlagos cserje méretek az alacsony (a) és a magas cserjeszintben (m) 1997-ben és 2002-ben

Fajnév	magasság (m)				hajtás/törzsátmérő (cm)				változás mértéke	
	1997	2002	1997	2002	1997	2002	1997	2002	magasság (m)	törzsátmérő (cm)
cserjeszint	a*	a*	m	m	a*	a*	m	m	m	m
Acer campestre	-	-	5,21	5,88	-	-	6,83	8,61	+0,67	+1,78
Acer tataricum	-	-	3,75	4,22	-	-	4,63	5,36	+0,47	+0,73
Cerasus avium	-	-	7,45	5,10	-	-	12,45	4,45	-2,35	-8,00
Cornus mas	-	-	3,87	4,66	-	-	4,89	6,43	+0,79	+1,54
Cornus sanguinea	-	-	2,50	2,48	-	-	2,12	2,09	-0,02	-0,03
Crataegus monogyna	-	-	2,16	2,54	-	-	2,30	3,04	+0,38	+0,74
Euonymus europaeus	-	-	2,34	2,28	-	-	2,57	2,01	-0,06	-0,56
Euonymus verrucosus	-	-	1,89	1,71	-	-	1,86	1,68	-0,18	-0,18
Juglans regia	-	-	-	3,10	-	-	-	2,93	-	-
Ligustrum vulgare	-	-	1,89	1,59	-	-	1,99	1,40	-0,30	-0,59
Lonicera xylosteum	-	-	2,11	1,51	-	-	2,48	1,20	-0,60	-1,28
Quercus cerris**	-	-	5,00	1,97	-	-	6,25	6,02	-3,03	-0,23
Quercus petraea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhamnus catharticus	-	-	1,00	2,10	-	-	1,10	1,32	+1,10	+0,22
Rosa canina	-	-	2,43	2,17	-	-	1,50	1,41	-0,26	-0,09
Tilia cordata	-	-	5,47	6,54	-	-	4,33	5,16	+1,07	+0,83
átlag	-	-	3,19	3,03	-	-	3,77	3,23	-0,16	-0,54

* 1997-ben és 2002-ben az alacsony cserjeszintben nem történt magasság és hajtásátmérő meghatározás.

** Volt néhány Q. cerris az „A” négyzetben mindkét felmérés alkalmával, melyek a magas cserjeszintben voltak jelen.

*** Két egyed alapján. **** Egy egyed alapján.

Sűrűség

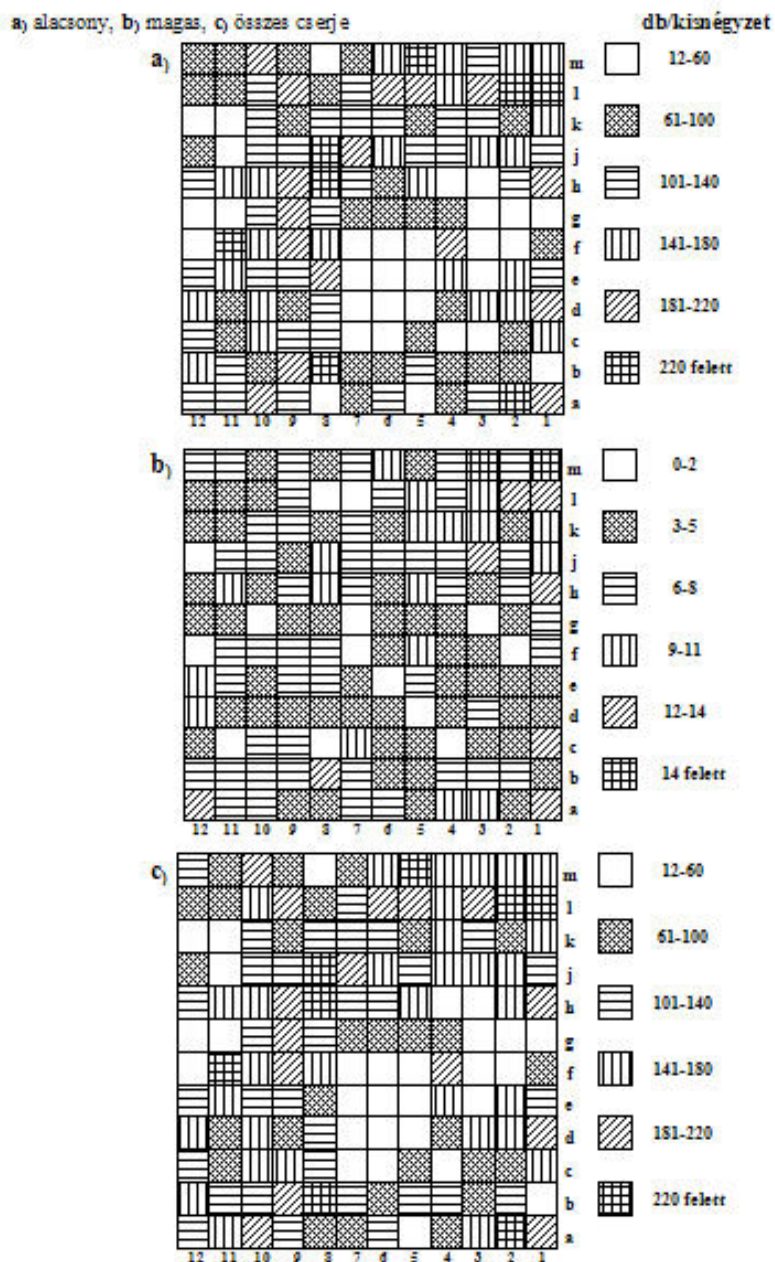
A cserjeszint sűrűségét szemlélteti alszintenként és összesítve a 3. ábra. Az elmúlt 30 évben a tölgymagoncok száma jelentős ingadozásokat mutatott évről-évre, ezért a sűrűségi térképen azokat nem vettük figyelembe. A 2002-es adatokat tartalmazó ábrák Misik et al. 2007-es cikkében olvashatók. A legtöbb alacsony cserje 1997-ben az „a2” (354 egyed), 2002-ben a „k1” (82 egyed) kisnégyzetben fejlődött. Az 1997-es kutatáskor minden kvadrátban nőtt legalább 12 alacsony cserje, míg 2002-ben egyetlenegy 4×4 m-es négyzetben („f2”) nem fejlődött alacsony cserje. 1997-ben az „l8” kvadrátban nem élt magas cserje. A következő struktúra felméréskor azonban minden négyzetben találtunk 1 méter fölfele magasodó cserjéket. A magas cserjeszám az „m3”-ban (23 egyed), 2002-ben pedig a „b9”-ben volt a legmagasabb 26 egyeddel. Az összes cserjeszám 1997-ben az „a2”-ben (359 egyed), 5 évvel később a „c1” és „d1” kisnégyzetben volt a legnagyobb 89-89 egyeddel.

Lombborítás

A síkfőkúti erdő cserjeszintjének borítási viszonyait 1997-ben és 2002-ben csak a magas cserjeszintre vizsgáltuk meg. A magas cserjéről lombvetületi kartogramot készítettünk, majd lombborítási értékeket számoltunk a Jakucs et al. 1975, Kárász 1979, Kárász – Szabó 1980, Kárász 1981, 1985 és Misik et al. 2007-es értekezésében bemutatott módszerrel.

1997-ben az „A” négyzetben 79,5%, míg 5 év elteltével 67,5%-os volt a tényleges borítás, az a terület, amit felülről nézve lomb fedett. A kettős és többszörös borítás (amikor két- vagy több magas cserje lombjával fedi egymást) 41,5%- és 23,8%-nak adódott. A mintaterületen élő összes cserje egyedre kiszámított lombborítás által alkotott szimplifikált lombvetület 178,1%- és 106,5%-nak adódott. A részletes, egyes fajokra lebontott borítási adatokat a 2. táblázat tartalmazza. A 2002-es felmérés magas cserjeszint vetülettérképét Misik et al. 2007-es munkájában találjuk meg.

3. ábra: A cserjék hajtásszáma négyzetenként 1997-ben az „A” negyedhektárban



Diverzitás

Faj-talaj feletti egyedszám, illetve faj-borítás diverzitást számoltunk a Shannon és Weaver formula ($H' = \sum \{ p_i \ln p_i \}$ alapján. Megadtuk az ekvitabilitást is mind a faj-talaj feletti egyedszám, mind a faj-borítás esetében. Az ekvitabilitás képlete: $e = H / \ln S$, ahol H a diverzitás értéke és S a fajok száma. Az ekvitabilitás egyenletességet fejez ki, értéke 0 és 1 között mozoghat. Akkor maximális, ha minden faj azonos egyedszámmal van jelen (Krebs 1999). Mivel az eddigi mérések során a *Quercus* magoncok száma jelentős ingadozásokat mutatott, ezért számításainkat kétféleképpen végeztük (Kárász et al., 1987). Egyik esetben az alacsony cserjeszintre meghatározott diverzitási értékeknél megadott hajtásszámok magukban foglalják a *Quercus* magoncok is, a másikban nem. A faj-talaj feletti egyedszám diverzitást külön a magas cserjékre vonatkoztatva is kiértékeljük. A faj-borítás diverzitást csak a magas cserjeszintre végeztük el, így itt a magoncok természetesen nem befolyásolták az eredményeket. A részletes adatokat a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat. A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő diverzitás és ekvitabilitás értékei 1997-ben és 2002-ben (alacsony = *a* és a magas cserjeszintben = *m*)

felmérés éve		diverzitás		ekvitabilitás	
		1997	2002	1997	2002
a. cserjeszint	faj-egyedszám <i>Q.</i> magoncokkal	1,6650	1,4674	0,6148	0,5560
a. cserjeszint	faj-egyedszám magoncok nélkül	1,5387	1,2484	0,5990	0,5024
m. cserjeszint	faj-egyedszám	1,9215	2,0367	0,7095	0,7346
m. cserjeszint	faj-borítás	1,4500	1,4843	0,5494	0,5624

V. Értékelés

A tölgyek 1979-80-ban kezdődött pusztulása után az erdőben lékek jöttek létre, melyekben egyes magas cserjefajok egyre nagyobb méreteket értek el, és tulajdonképpen átvették a *Quercusok* helyét és szerepét a koronaszintben. Az 1973-as kiindulási állapothoz képest az elmúlt 3 évtizedben egyetlen új tölgyfát sem találtak, ami az erdő tölgy-regenerációs képességének teljes hiányát mutatja (Krakomperger et al. 2008).

Az alacsony cserjeszintben 1997-ben és 2002-ben ugyan nem történt mérés, de az elmúlt évtizedek struktúra felmérései azt mutatják, hogy jelentős és szemmel látható változások gyakorlatilag itt nem tapasztalhatók (Kárász 2006). A

cserjeszám 5 év alatt nagymértékben csökkent, ugyanakkor a magas cserjék aránya jelentősen emelkedett (az összes egyed 4,97%-ról 16,48%-ra).

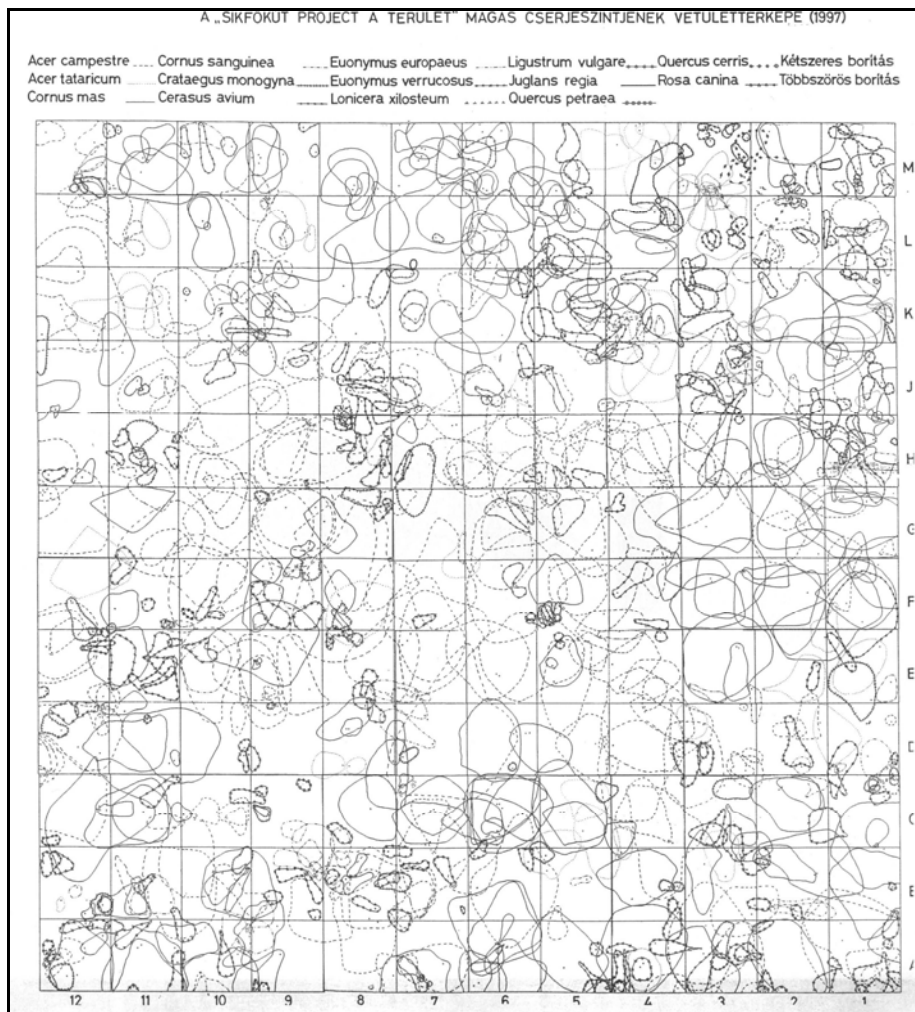
Az alacsony- és a magas-cserjeszintben mindkét alkalommal az *E. verrucosus* volt a leggyakoribb, őt követte az alacsony cserjéknél a *L. vulgare* és az *E. europaeus*, míg a magas cserjék között az *A. campestre* és a *C. mas*. A magas cserjeszint domináns fajai esetében méretnövekedést tapasztaltunk az elmúlt 5 évben, míg más magas cserjefajok esetében (pl. *C. sanguinea*, *L. vulgare*) inkább kismértékű méretcsökkenést figyeltünk meg. A magas cserjeszintben a legnagyobb méretű és az erdő működése szempontjából a meghatározó cserjefajok az előző felmérésekhez hasonlóan 1997-ben és 2002-ben is az *A. campestre* és a *C. mas* voltak. A lombborítási értékek 5 év alatt jelentős csökkenést mutatnak annak ellenére, hogy a magas cserjék aránya és tényleges száma is növekedett. Ez a látszólagos ellentmondás azzal magyarázható, hogy a legnagyobb kiterjedésű lombbal rendelkező *A. campestre* és *C. mas* egyedszáma csökkent. A faj-egyedszámra megadott diverzitás és ekvitabilitás értékek az alacsony cserjeszintben 5 év alatt csökkentek, míg a magas cserjeszintben kis mértékben emelkedtek.

Összegezve az eredményeket elmondható, hogy 5 év alatt a cserjék egyedszáma drasztikusan csökkent, miközben a magas cserjeszintet meghatározó fajok mérete jelentősen növekedett. Különösen az *A. campestre* töltötte be sikeresen a tölgyek helyén kialakult lékeket.

VI. Irodalomjegyzék

1. Jakucs P. (1967): Quercetum petraeae-cerris. In: Guide der Exkursionen d. Int. Geobot. Symp., Ungarn, Tab. **XV-XVII**: 40–42.
2. Jakucs P. (1978): Environmental-biological research of an oak forest ecosystem in Hungary, „Síkforkút Project”. – *Acta Biol. Debrecina*, **15**: 23–31
3. Jakucs P. (ed.) (1985): Ecology of an oak forest in Hungary. Results of „Síkforkút Project” I. Akadémia Kiadó, Budapest.
4. Jakucs P. (1990): A magyarországi erdőpusztulás ökológiai megközelítése, *Fizikai Szemle* **1990/8**, p. 225
5. Jakucs P. – Horváth E. – Kárász I. (1975): Contributions to the aboveground stand structure of an oak forest ecosystem (Quercetum petraeae-cerris) within the Síkforkút research area. *Acta Biol. Debrecina*, **12**: 149–153
6. Kárász I. (1979): Produktíóvizsgálatok a síkforkúti cseres-tölgyes erdő cserjeszintjében I. *Acta Acad. Paed. Agr. NS*. **XV**: 467–477
7. Kárász I. (1981): Oberirdische Nettoproduction der Strauchschicht des Eichen-Zerreichenwaldes von Síkforkút (Nordungarn). *Acta Bot. Hung.*, **27**: 368–382
8. Kárász I. (1984a): Adatok a Cornus sanguinea L. gyökérrendszerének fiziognómiai struktúrájához. *Acta Acad. Paed. Agriensis NS*. **XVII**: 739–753
9. Kárász I. (1984b): Egy mérsékelt övi tölgyes cserjefajainak gyökérzete. Kandidátusi értekezés, Eger, 110

10. Kárász I. (1985): Phytomassa and production of shrubs. In: Jakucs P. (ed.) (1985): Ecology of an oak forest in Hungary. Akadémia Kiadó, Budapest, 169–179
11. Kárász I. – Szabó E. (1980): Produktióvizsgálatok a Síkfőkúti cseres-tölgyes erdő cserjeszintjében II. Fol. Hist.-Nat. Mus. Matr., 6: 99–106
12. Kárász I. – Szabó E. – Korcsog R. (1987): A síkfőkúti tölgyes cserjeszintjének strukturális változásai 1972 és 1983 között. *Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XVIII/2*: 51–80
13. Kárász I. (2001): A síkfőkúti erdő cserjeszintjének strukturális változásai. In: Borhidi A. és Botta-Dukát Z. (szerk.): *Ökológia az ezredfordulón I.*: Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 213–221
14. Kárász I. (2006): A cserjeszint fiziognómiai struktúrájának változása a síkfőkúti tölgyesben 1972 és 1997 között. *Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XXXIII. Sectio Pericemonologica 1*: 71–78
15. Kotroczó Zs. – Krakomperger Zs. – Koncz G. – Papp M. – Bowden R. – Tóth J. A. (2005): Egy cseres tölgyes erdő stuktúrájának változása 31 év alatt. III. MTBK, Eger, p. 142
16. Kovács – Láng E. – Fekete G. (1995): Miért kellene hosszútávú ökológiai kutatások? *Magyar Tudomány 40*: 377–392
17. Krakomperger Zs. – Kotroczó Zs. – Koncz G. – Papp M. – Veres Zs. – Tóthmérész B. – Tóth J. A. (2008): Egy cseres-tölgyes erdő fa-megújulási dinamikájának vizsgálata „Molekuláktól a globális folyamatokig” V. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Program és absztrakt-kötet, Nyíregyháza, p. 78
18. Krebs, Ch. J. (1999): Ecological methodology. Addison Wesley Longman, Inc., Menio Park, California, p.: 620
19. Misik T. – Jósmai P. – Varga K. – Kárász I. (2007): A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő cserjeszintjének fiziognómiai struktúra viszonyai 2002-ben. *Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XXXIV. Sectio Pericemonologica 2*: 71–80
20. Papp M. – Jakucs P. (1976): Phytozonologishe Charakterisierung des Quercetum petraeae-cerris-Waldes des Forschungsgebiete „Síkfőkút Project” und seiner Umgebung. *Acta Biol. Debrecina 13*: 109–119
21. Papp M. (2001): Változások a lágyszárú növényzetben a síkfőkúti cseres-tölgyes erdőben és környékén 25 év távlatában. In: Borhidi A. és Botta-Dukát Z. (szerk.): *Ökológia az ezredfordulón I.* Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 223–230
22. Tóthmérész B. (2001): A síkfőkúti erdő fapusztulási dinamikájának monitoringja. In: Borhidi A. és Botta-Dukát Z. (szerk.): *Ökológia az ezredfordulón I.* Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 211–212



4. ábra: A síkfőküti erdő „A” négyzet magas cserjeszintjének vetületterképe 1997-ben.

A bibircses kecskerágó (*Euonymus verrucosus* SCOP.) gyökérrendszerének szerkezete a Síkfőkúti tölgyesben

Kárász Imre

Eszterházy Károly Főiskola Környezettudományi Tanszék

Abstract: Root - system of *Euonymus verrucosus* Scop. in oak forest of Síkfőkút. The author studied the roots of *Euonymus verrucosus* species in the oak forest (*Quercetum petraeae-cerris*, at Síkfőkút, northern Hungary). The soil of the forest at Síkfőkút is a significantly acidified version (pH=5,3-5,9) of the clay-containing brown wood soil. In the past few years the pH value has been reduced to some extent. Throughout the investigations the root structure of 5 *Euonymus* of different ages (2-10 year-old) has been revealed by means of gradual grubbing method. When revealing horizontal and vertical rhizogram has been taken of the roots, on which each root-item of over 1 mm diameter has been indicated. He observed its root-system is not typically a tap-root system. The *Euonymus verrucosuse* might be classified into the plants with finger-like tap-root capable of secondary thickening in the system of Krasilnikov (1968) (group 1., subgroup 2., type 2-4.). *E. verrucosus* is yellowish whitely coloured, its characteristically tortuously oriented roots generally constitute a root-system of disc or flat plate shape, located in the leaf-litter level and in the upper 5 cm layer of soil. The utmost extension of roots of entities of 6-10 years is 32-84 cm, while the depth is between 16 and 35 cm. The horizontal extension of took 1,5-2 times more than its foliage-projection, the root/shoot ratio was 1,07 on average. The large proportion and leaf-litter position of plant residues of plants might play a crucial role in adaption to dry habitats.

Bevezetés

Magyarországon a cserjék gyökérrendszerének szisztematikus kutatása házáinkban a „Síkfőkút Project” komplex környezetbiológiai kutatóprogram részeként 1979-ben kezdődött. Az azt megelőző időkből csupán Faragó (1961) tanulmánya foglalkozik néhány faj gyökérzetének elemzésével (Kárász, 1986). A

síkfőkúti tölgyes domináns cserjefajairól már számos tanulmány megjelent (Kárász–Juhar 1982, Kárász 1984, 1984a, 1984b, 1988, 1991, 2006, Kárász–Kovács 2007). Jelen közleményben az erdő cserjeszintjében egyik leggyakoribb fajnak, a bibircses kecskerágónak (*Euonymus verrucosus*) gyökérrendszerére vonatkozó eredményeket foglaltam össze.

Anyag és módszer

A bibircses kecskerágó balkáni – közép-európai jellegű flóraelem. Hegy- és dombvidéki cserje, alföldi területen főleg tatárjuharos lösztölgyesben fordul elő. Száraz tölgyes (*Quercetea pubescenti-petraeae*) elemként gyakorlatilag valamennyi hegy- és dombvidéki erdőtársulásban él, helyenként tömegesen. Másodszorban bükkös (*Fagetalia*) elem, az ide tartozó társulásokban különösen délen gyakori, de nem tömeges. Melegkedvelő, a szárazságot és árnyékolást egyaránt jól tűri. Inkább mészkedvelő, de enyhén savanyú talajon sem ritka. A talaj tápanyagtartalmával szemben igényes, táperőben gazdag talajon is lassan nő és jól sarjadzik. Erdőgazdaságilag mint talajvédő játszik szerepet (Csapody et al. 1966, Soó 1966).

A síkfőkúti cseres-tölgyesben a gyökérvizsgálatok idején (1982–83) a második leggyakoribb faj volt, hektáronként megközelítően 15 ezer talaj feletti hajtásával (Kárász et al. 1987). Annak ellenére, hogy a síkfőkúti erdő talaja Stefanovits (1985) vizsgálatai szerint az anyagbemosódásos barna erdőtalaj jelentősen savanyú (pH 5,3 – 5-9) változata. Elsősorban vegetatív módon szaporodik.

I. táblázat: Az Euonymus verrucosus mintacserjék méret, kor és élőhely adatai

Minta száma	Törzsát-mérő mm	Magasság cm	Lombvetület m ²	Kor év	Élőhely
I.	9,2	158,0	0,19	6	100%-os árnyékolás, közepesen sűrű <i>E. verrucosus</i> cserjésben
II.	7,0	61,0	0,11	6	35%-os árnyékolás, sűrű vegyes cserjésben
III.	7,1	112,0	0,10	7	100 %-os árnyékolás, sűrű <i>Ligustrum. vulgare</i> , <i>E. verrucosus</i> cserjésben
IV.	13,0	216,0	0,27	9	50%-os árnyékolás, sűrű <i>E. verrucosus</i> cserjésben
V.	15,5	209,0	0,26	10	10%-os árnyékolás, közepesen sűrű <i>E. verrucosus</i> cserjésben

A vizsgálatok során 5 cserje egyed gyökérzetét tártuk fel fokozatos kiásás módszerrel. Közülük valamennyi különböző korú, méretű és különböző lombborítású helyen élő egyed volt. A feltárás során a gyökérzetről horizontális és vertikális rizogramot készítettünk. A feltárásban Szepcsik Csabáné volt segítségemre (Szepcsik 1984), akinek munkáját e helyen is köszönöm. A minta-cserjék adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Eredmények

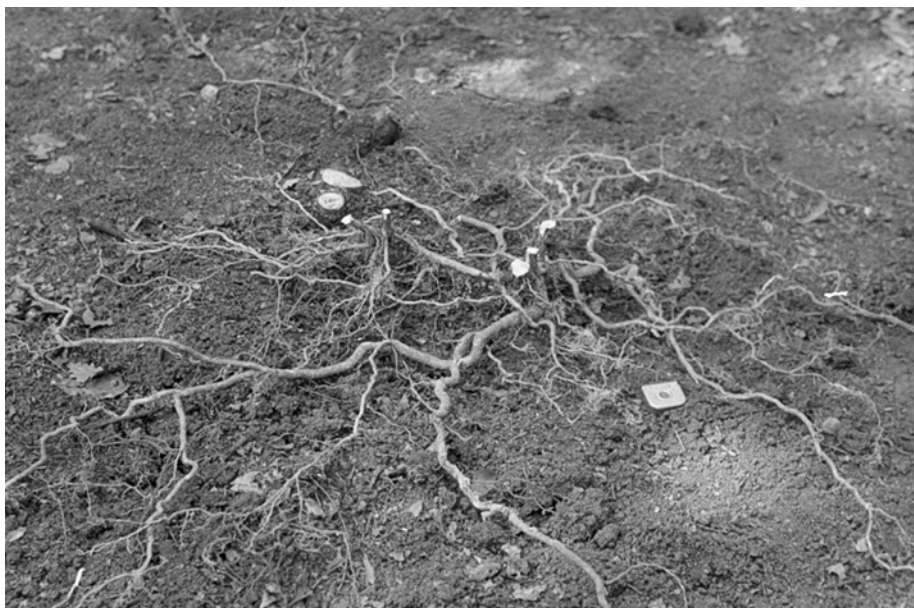
A bibircses kecskerágó fiatal és idős gyökerei egyaránt fehér vagy sárgásfehér színűek. A hajszálgyökerek tejfehérek, pozsgások és áteső fényben kissé áttetszőek. Száradás után a vastag és vékony gyökerek kéreg alatti részei vajsárga színeződést kapnak. A vékony gyökerek pattanva, a vastagabbak szálkásan törnek. A kb. 5 mm-nél vastagabb gyökereken gombostűfejnyi paraszemölcsök vagy/és kb. 4-6 mm hosszúságú paralécek láthatók. A paralécek nagysága a gyökerek vastagodásával párhuzamosan növekszik.

A bibircses kecskerágó gyökerei nagyon hasonlítanak a csíkos kecskerágó gyökereire. Színük, törésmódjuk, száradás hatására történő változásuk megegyezik. Különbségként csupán a gyökerek lefutása említhető. Az *E. europaeus* gyökerei általában hullámos lefutásúak, az *E. verrucosus*-é rendkívül girbe-görbe (lásd 1. fénykép).

A feltárt mintacserjék gyökérzetére vonatkozó mérési eredményeket a 2. táblázat tartalmazza. A gyökérrendszer fiziognómiáját az 1-5. ábrákon látható rizogramok mutatják.

Fiatal egyedei (1-3 éves) valódi és járulékos gyökérrendszerrel rendelkeznek. A magról kelt növényeknél tipikus főgyökérrendszer, a szár- vagy gyökér eredetű sarjnövényeknél pedig járulékos gyökérzet alakult ki. A sarjnövénykéek leggyakrabban 3-4 éves korban leválnak az anyanövényről és önálló saját gyökérzettel fedezik víz- és tápanyagszükségletüket. A 6-10 éves egyedeknél már nem lehet az eredetet (sarj vagy magról kelt) megállapítani, mert a fiatalkori karógyökér elcsökevényesedik és a gyökérnyakból sugárirányban növvő kb. azonos vastagságú laterálisok látják el a támasztó és felszívó feladatot (lásd 1. kép).

A feltárt, sűrű cserjésben élő mintacserjéken sarjhajtásokat nem találtunk. A területfeltárás során azonban több olyan egyed gyökérzetét bontottuk ki, amelyhez több (esetenként 15-20) talaj feletti hajtás tartozott (Kárász 1984b). Egy öthajtásos polikormon gyökérzetét mutatja az 1. kép.



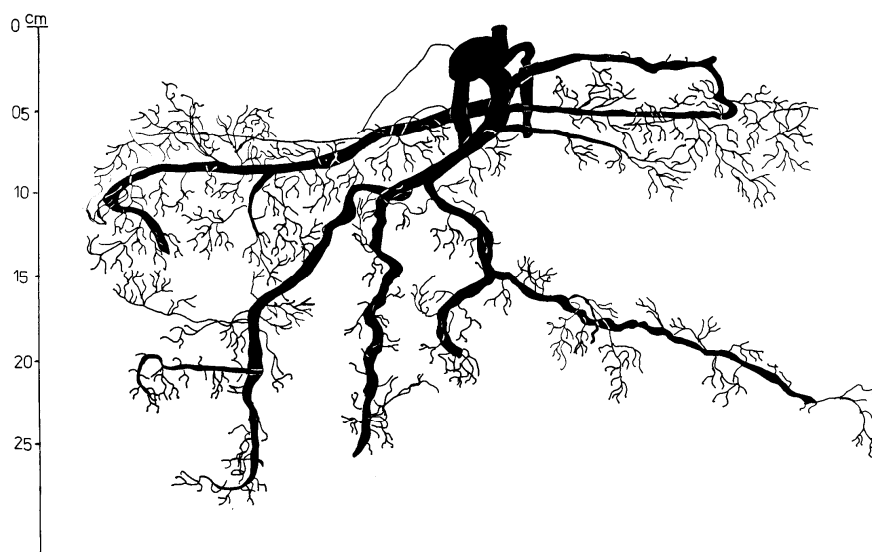
1. kép: Az Euonymus verrucosus gyökérzete már a talaj felső 5 cm rétegének eltávolításakor teljes mértékben felszínre kerül (Kárász I. felvétele)

A polikormonok és a magányos egyedek gyökérrendszere általában korong alakú. A járulékos és a valódi gyökerek döntő többsége (tömegének 90,7 %-a) az avarszintben és a talaj felső öt cm-es rétegében helyezkedik el. A laterálisok sok görbülettel futnak és gazdagon elágazódnak. Valószínűen ennek nagy szerepe van abban, hogy e faj a cserjék közül tavasszal a legkorábban lombosodik, hiszen közvetlenül a gyorsabban felmelegedő talajfelszínről és az avarból veszi fel a vizet és a tápanyagokat. Ugyancsak e felszín közeli sűrűn gyökerezés eredményezi a nagymérvű talajvédő képességet is. A gyökérzet horizontális kiterjedése a lombvetülethez viszonyítva nagy, annak átlagosan 1,5-2-szerese.

a.

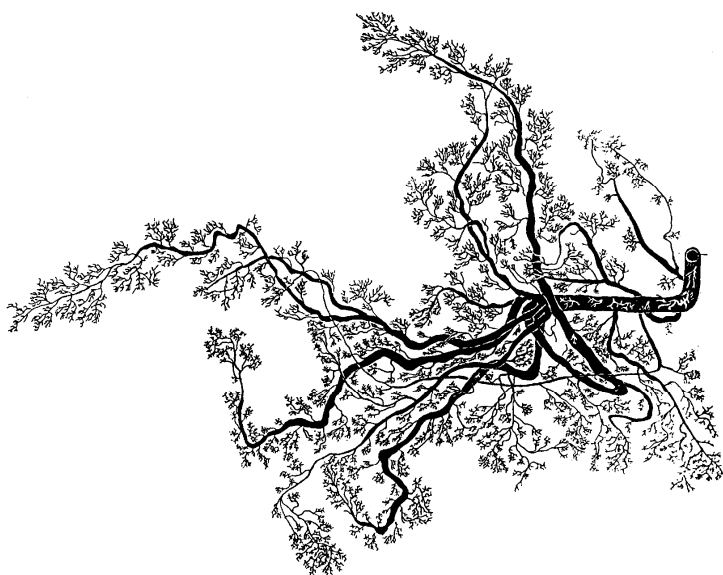


b.

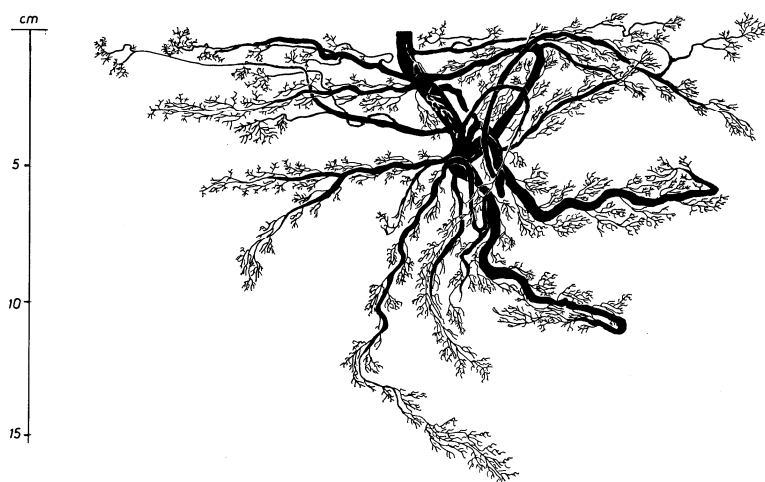


1. ábra: Az I. számú *Euonymus verrucosus* mintacserje horizontális (a) és vertikális (b) rizogramja.

a.



b.

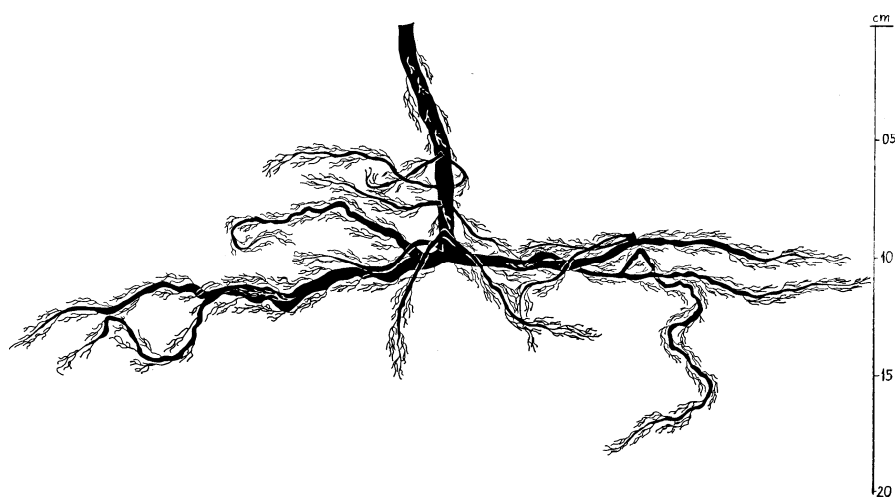


2. ábra: Az II. számú *Euonymus verrucosus* mintacserje horizontális (a) és vertikális (b) rizogramja.

a.

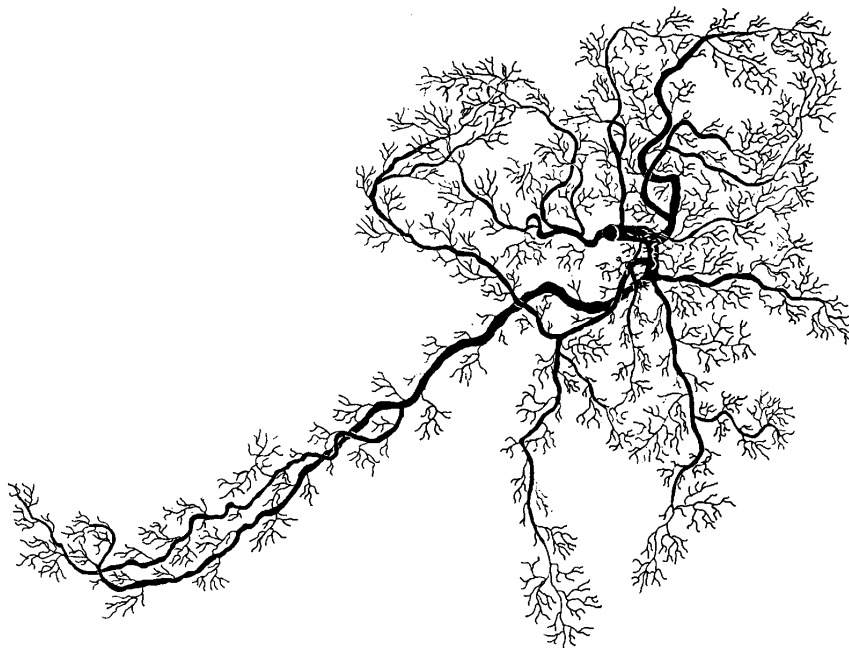


b.



3. ábra: Az III. számú *Euonymus verrucosus* mintacserje horizontális (a) és vertikális (b) rizogramja.

a.



b.

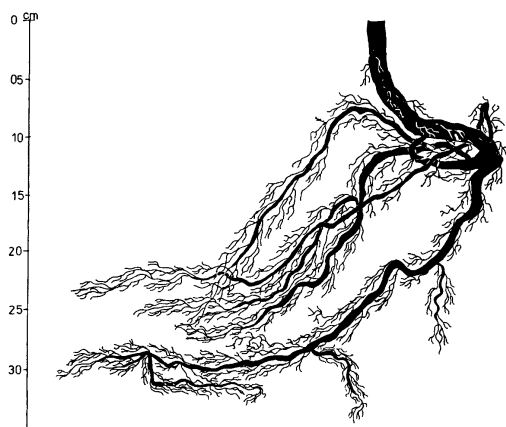


4. ábra: Az IV. számú *Euonymus verrucosus* mintacserje horizontális (a) és vertikális (b) rizogramja.

a.



b.



5. ábra: Az V. számú *Euonymus verrucosus* mintacserje horizontális (a) és vertikális (b) rizogramja.

2. táblázat: Az *Euonymus verrucosus* mintacserjék gyökérzetének maximális szétterjedése, maximális behatolása, az 1 mm-nél vastagabb gyökök tömege és hosszúsága

Minta száma	Max. szétterjedés cm	Max. behatolás cm	Gyökértömeg g	Gyökök hosszúsága m
I.	66,4	29,4	33,9	9,8
II.	31,8	16,6	16,2	6,4
III.	39,2	18,6	21,2	7,2
IV.	84,0	23,2	36,1	12,7
V.	62,4	34,7	31,8	10,7

Az *E. verrucosus* Kraszilnyikov (1968) gyökérosztályozásában való besorolása nehéz, egyértelműen nem végezhető el. A polikormont alkotó egyedek a „másodlagos vastagodásra képes gyökerekből álló, kombinált gyökérrendszerű” (1. csoport, 2. alcsoport, 2-4. típus) növények közé, a polikormont nem képező egyedek pedig a „felszíni gyökérzetű” növények típusába tartoznak (1. csoport, 1. alcsoport, 4.).

IRODALOM

- Csapody I. – Csapody V. – Rott F. (1966): Erdei fák és cserjék. (Forest-trees and shrubs), OEE, Budapest, 152–153.
- Faragó S. (1961): A homoki cserjék gyökérfeltárása. (Revealing of the roots of shrubs growing in sandy-soil). Erd. Kut. 1–3. 341–360.
- Kárász I. (1984): Az *Acer campestre* L. gyökérrendszerének szerkezete a síkfőkúti cseres-tölgyesben. (Structure of root-system of *Acer campestre* L. in the turkey oak forest at Síkfőkút). Bot. Közlem. 71: 79–100.
- Kárász I. (1984 a): Adatok a *Cornus sanguinea* L. gyökérzetének fiziognómiai struktúrájához. (Data regarding physiognomical structure of the roots of *Cornus sanguinea* L.) Acta Acad. Paed. Agriensis. NS. XVII. 739–753.
- Kárász I. (1984 b): Egy mérsékelt övi tölgyes cserjefajainak gyökérzete. (The root-system of the shrubs species in an oak forest). Kandidátusi értekezés, Eger.
- Kárász I. (1986): Gyökérvizsgálatok Magyarországon (Root studies in Hungary). Bot. Közlem., 73: 19–24.
- Kárász I. (1988): Adatok az *Acer tataricum* L. gyökérzetéről. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények, 1986/2. sz., 43–53.
- Kárász I. (1991): Tölgyes cserjefajok gyökér-hajtás aránya. (Root-shoot proportion of shrub species in oak forest). Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XX: 132–138.
- Kárász I. (2006): Root-system of *Crataegus monogyna* L. in oak forest of Síkfőkút. Acta Acad. Paed. Agriensis, Sectio Pericemonologica, XXXIII. 79–84.

- Kárász I. – Juhar E. (1982): A *Cornus mas* L. gyökérzetének fiziognómiai struktúrája a síkfőkúti tölgyesben. (Physiognomical structure of the roots of *Cornus mas* L. in the oak forest at Síkfőkút). Bot. Közlem. 69: 105–130.
- Kárász I. – B. Antal Cs. (1998): A síkfőkúti tölgyes cserje-szintjének struktúra adatai 1988-ban. (Structural data on the shrub level in the oak forest at Síkfőkút in 1988). Acta Acad. Paed. Agriensis. NS. XXIII:83–90.
- Kárász I. – Kovács M. (2007): A *Ligustrum vulgare* L. gyökérrendszerének szerkezete a síkfőkúti tölgyesben. Acta Acad. Paed. Agriensis Sectio Pericemonologica 2, NS. XXXIV:81–98.
- Kárász I. – Szabó E. – Korcsog R. (1987): A síkfőkúti tölgyes cserjeszintjének strukturális változásai 1972 és 1983 között. I. Egyedszám, sűrűség, diverzitás, borítás és méretek változása. Acta Acad. Paed. Agriensis XVIII/2. Biológia, 51–80.
- Krasilnikov, P. K. (1968): On the classification of the root system of trees and shrubs. In: N. S. Ghilarov (ed.): Methods of productivity studies in root system and rhizosphere organisms. Nauka, Leningrad. 106–114.
- Soó R. (1966): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve II. (Phytogeographical and taxonomical handbook II. of the hungarian flora and vegetation). Akadémiai Kiadó, Budapest, 412–413.
- Szepcsik Cs. (1984): *Euonymus* fajok gyökérzete a síkfőkúti tölgyesben. Szakdolgozat, Ho Shi Mihn Tanárképző Főiskola, Eger, 1–21.
- Stefanovits P. (1985): Soil conditions of the forest. In: Jakucs P. (ed.): Ecology of an oak forest in Hungary. Results of Síkfőkút Project I. Akadémiai Kiadó, Budapest.

A Hevesi homokhát gyurgyalag-telepeinek komplex felmérése

Batta Gergő¹ – Misik Tamás²

¹EKF, TTK, IV. évf. környezetvédelem-biológia

²EKF, TTK, Környezettudományi Tanszék

Abstract: Bee-eater colonies at the Heves sand-hill area. Altogether 51 sand-walls have been studied, 25 of them were occupied by bee-eater colonies. Most of the walls had a SW or NE exposure. Our studies proved that bee-eaters prefer the walls of high sand-content for nesting. A probable reason of it is the lower energy demand of making holes in such walls. Also factors obstructing the settlement of bee-eaters were examined. The most obstructive factors, as we found, were human disturbance, weeds and erosion of the walls.

I. Bevezetés, célkitűzés

A gyurgyalagok kutatásával számos tanulmány foglalkozik, de ezek általában a nagyobb telepekre koncentrálnak. Fontos, hogy a kisebb telepeket is feltárjuk, hiszen a legfrissebb kutatások szerint a gyurgyalag költőhelyek 90%-án kevesebb, mint 20 pár költ (MME 2003). A Hevesi-homokhát számos alkalmas területet biztosít a madarak megtelepedésére, mégsem mondható gyakorinak hazánk legszínvompásabb madara. A fészkelésre alkalmas területek mindegyike működő, vagy bezárt homokbányákban található, ezért fontos feladatnak tartjuk a bányatulajdonosok figyelmének a felhívását a faj jelenlétére, természetvédelmi jelentőségére, továbbá fontos a tulajdonosok és a természetvédők közötti állandó kapcsolattartás is.

A szakmai munka fő céljának azt tartottuk, hogy átfogó ismereteket szerezzünk a gyurgyalagok költési, etetési és táplálkozási stratégiájáról.

II. Anyag és módszer

A vizsgált terület a Gyöngyösi-sík DK-i és a Hevesi-sík ÉNy-i határán elterülő Hevesi-homokhát volt (MARTONNÉ 2005). Az alföldi viszonylatban feltűnő, 5–10 méteres karéjos peremmel kiemelkedő Hevesi-homokhát a Tarna pleisztó-

cén hordalékkúpjának megmaradt keleti szárnya. Magja a több tucat méter vastag folyóvízi kavics és főleg durva homok, amely D felé jól észrevehetően finomodik. Ebből fújta ki a szél még a würmben (11 200–8200 évvel i.e.) a futóhomokot, majd a würmi formákat a száraz mogyorófázisban módosította (MAROSI 1969). A gyurgyalag (*Merops apiaster*) elsősorban meredek folyópartokba, természetesen lösz- és homokfalakba, újabban antropogén eredetű homok- és kavicsbányák falába vájja fészkelőüregeit (FRY 1984).

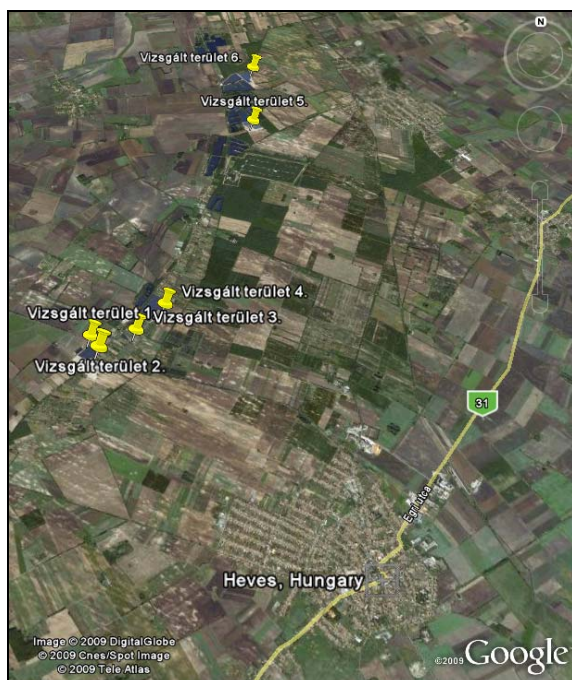
A partfalba vájt költőüreg hossza elérheti a 180–200 cm-t, ennek végén a folyosó kiszélesedő részében alakítja ki a tojások helyét (HARASZTHY 1984). A tojások száma 6–7 (HERMAN 1960), a kotlási idő 20–22 nap (MME 2003). Elsősorban repülő rovarokkal táplálkozik. A gyurgyalag area a Pireneusi-félszigettől az Urál hegységig, illetve Kis-Ázsiától Közép-Ázsián át a Kasmírig terjed (MME 2003).

Elterjedésének északi határát a 21°C-os júliusi izoterma jelöli ki, de a 17°C-os izotermáig is felhatol (CRAMP 1985). A Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület adatai szerint a költőpárok száma 15 000–25 000-re becsülhető (MME 2003). Hazánkban 1954 óta védett faj, 1982 óta fokozottan védett, jelenleg szerepel a Berni és a Bonni Egyezmény II. függelékében (GYURÁ CZ 2004). A Vörös Könyvben, mint aktuálisan veszélyeztetett faj szerepel, természetvédelmi értéke 100 000 Ft (MME 2003).

A terepi munka első szakaszában a fészkelő telepek felkutatása szerepelt, ezen tevékenységünk során az *Arcview GIS Version 3.1* (térinformatikai szoftver), valamint a *Google Maps API* szolgált segítségünkre. A madarak érkezése előtt mesterséges fészkelő helyeket hoztunk létre, meghatároztuk a fészkelő állományok méretét, talaj-, ill. köpetmintákat gyűjtöttünk és megfigyeltük a madarak etetési intenzitását. Les-sátras (fix és mobil típusú) megfigyelést is alkalmaztunk.

III. Eredmények

Összesen 6 db, egymáshoz viszonylag közel fekvő területet vizsgáltunk Hevestől néhány kilométerre É-ÉNY ill. ÉNy-i irányban (hrsz.: 022/55-56; 0417/129; 0302/24; 0297/4-6, 8 és 0298/3-9, 11-13, 28, 30-32; 029/10; 0523/4-7, 10, 12-14, 18-19). Ezek közül kettőben (Rab és Rab horgásztó, hrsz.: 022/55-56 illetve a hrsz.: 0523/4-7, 10, 12-14, 18-19) egyáltalán nem fészkeltek gyurgyalagok, egy esetében (Bányatelek - Tarnabod, hrsz.: 029/10) pedig csupán egy magányosan fészkelő párt találtunk.



1. kép: A vizsgált területek (fotó: Google Earth)

A partfalak tájolása

A gyurgyalaggal foglalkozó kutatók nagy többsége figyelmet fordított a partfalak égtájak szerinti megoszlásának vizsgálatára. (GYURÁ CZ 1994, SIPOS 1998, RAGATS 2001).

A vizsgált élőhelyek 42,94 ha-os területén összesen 51 db potenciális partfalat vizsgáltunk. Ezek 4616 m²-es felülettel biztosítanak fészkelőhelyet a madarak számára. Két kiugró értéket tapasztaltunk, DK-i és Ny-i kitettségű a partfalak teljes felületének 27,5%, illetve 22,9%-a. Ezeket felületméretben az ÉK-i (18%), az ÉNy-i (13,8%) és a DNy-i (11,2%) partfalak követik. A legkisebb aránnyal az észak-, kelet- és a dél-felé néző potenciális partfalak rendelkeznek. A partfalak tájolásában megmutatkozó két kiugró érték azonban nem jelzi egyértelműen a madarak fészkelőhely választásának a kitettségeit. A gyurgyalagok viszonylag „kis” felületű partfalakat választották, legnagyobb tömegben DNy-i (30,7%), illetve ÉK-i (15,4%) irányban. Az eltérés egyik oka lehet, hogy a társfészkelő partifecskek (*Riparia riparia*) hamarabb érkeznek vissza telelőhelyeikről, így szabadabban választhatnak az optimális fészkelőhelyek közül. Ezt a ténytet a terepi megfigyeléseink is nyilvánvaló módon alátámasztották.

Etetés intenzitás vizsgálata

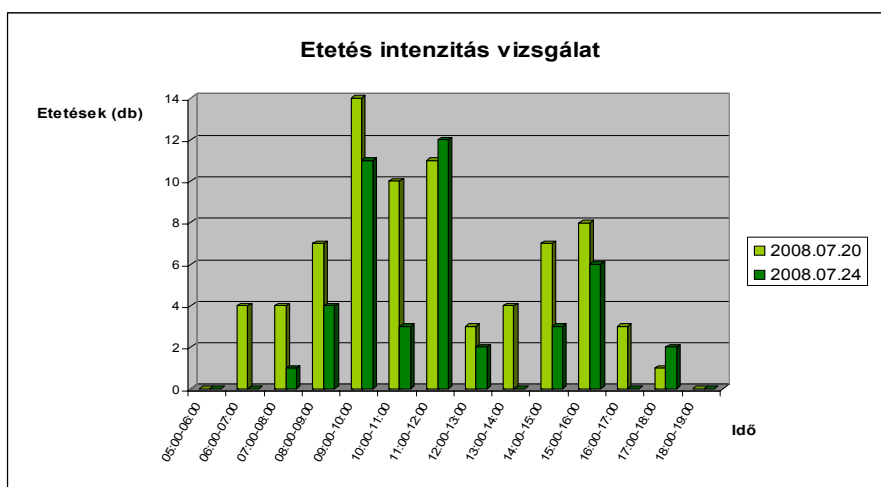
A gyurgyalagok etetési szokásait két napon át figyeltük a 4-es számmal jelölt vizsgálati területen. Mindkét alkalommal napfelkelte előtt érkeztünk, és a megfigyelni kívánt pár fészketől 15 méterre, álcázott autóban töltöttük az egész napot. A vizsgálat során, folyamatosan följegyeztük a beszállás pontos idejét, a fészkelő-üregben eltöltött időt, illetve azt a rovarfajt, amellyel a madár etetni érkezett. A két napon összesen több mint 300 berepülést tapasztaltunk.

Az első megfigyelési napon meleg és derült idő volt, a napsütés egész nap folyamatos volt, ezért a madarak jóval aktívabban etettek. A másik alkalommal szinte végig borult volt az idő és három alkalommal intenzíven esett az eső, ekkor a gyurgyalagok megfigyeléseim szerint, nem repülnek, egy közeli fán várják az esőzés végét. A faj etetési aktivitása nagymértékben függ az időjárási körülményektől (*1. diagram*). Megfigyeléseink szerint jó időjárási körülmények között az etetések száma átlagosan 23%-al meghaladta a borús, esős időben számolt etetések számát.



2. kép: *Hím és a tojó (elől) farkcsík színezete (fotó: Batta Gergő)*

Fintha három fő etetési időszakot különböztetett meg egy nap folyamán, 6-9, 10-12 és 14-16 óra között volt a vizsgálatait szerint kiugró mértékű etetés (1968 cit. HARASZTY 1984). Jánoska 14-16 óra között tapasztalt kiugró táplálékhordást (1993 cit. HARASZTY 1984). Megfigyeléseink szerint az etetési időszak kezdetén a felnőtt madár sokkal több időt tölt a fészkelőüregben (5-8 s). Ennek az a magyarázata, hogy a fiókák ilyenkor még nem mozognak, a fészkek mélyén a költőüregben lapulnak, ezért az etető madárnak hosszú utat (~120-160 cm) kell megtenni a fiókákig. A két vizsgálati napon a szülők csupán 2-3 másodpercet töltöttek az üregben, mert a fiókák ekkor már közelebb voltak a bejáratához. A fiókák fejlődésük során tehát mind közelebb kerülnek a fészkelőüreg bejáratához.



1. diagram: Gyurgyalagpár etetési intenzitás-mérése órára lebontva két megfigyelési napon.

Üregfeltárás és köpetvizsgálat

A gyurgyalag minden évben új költőüreget váj magának, a régi üregei 90%-át általában a partfalak eróziója eltünteti, ezzel helyet biztosít az új fészkek kialakítására. A 4-es számú vizsgált területen találtunk egy nem erodálódó régi fészkelőüreget (2. kép), amelyet 2009 tavaszán föltártunk (később helyreállítottunk). Az üreg 140 cm-es egyenes rész után jobbra kanyarodó költőüregben zárult, a költőüreg ovális alakú, 37 cm-es szájnylással rendelkezett, a falmagassága 6 cm. A költőüreget átlagosan 2 cm-es vastagságban takarták rovarmaradványok (3. kép), ezeket begyűjtöttük, majd laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk.

A rovarmaradványokat frakciókra bontottuk, a mintában legnagyobb arányban feji részt, szárnyakat, valamint tori és potrohi kitinmaradványokat találtunk. A mintákból csak néhány rovarfajra tudtunk következtetni, nyilvánvaló volt a múzeumbogár (*Dermestidae sp.*), a poszméh (*Bombus sp.*) és a kék fadongó (*Sylocopa violacea L.*) jelenléte.



3. kép: A gyurgyalag feltárt fészke (fotó: Batta Gergő)



4. kép: A gyurgyalag költőürege (fotó: Batta Gergő)

Rékasi József és Haraszty László 2004-ben végzett köpetvizsgálatokat, 23 rovarfaj 93 példányát mutatva ki a köpetekből. A legnagyobb számban (43,5%) a bogarak rendje (*Coleoptera*) szerepelt, majd a hártýásszárnyúak- (*Hymenoptera*), a kétszárnyúak- (*Diptera*) és a poloskák rendjébe (*Heteroptera*) tartozó fajok alkották a minta 13% – 13%-át. Végül a szitakötők rendje (*Odonata*) 8,7% szerepelt, valamint az egyenesszárnyúak rendje (*Orthoptera*) is hasonló arányban volt jelen (RÉKASI – HARASZTY 2005).

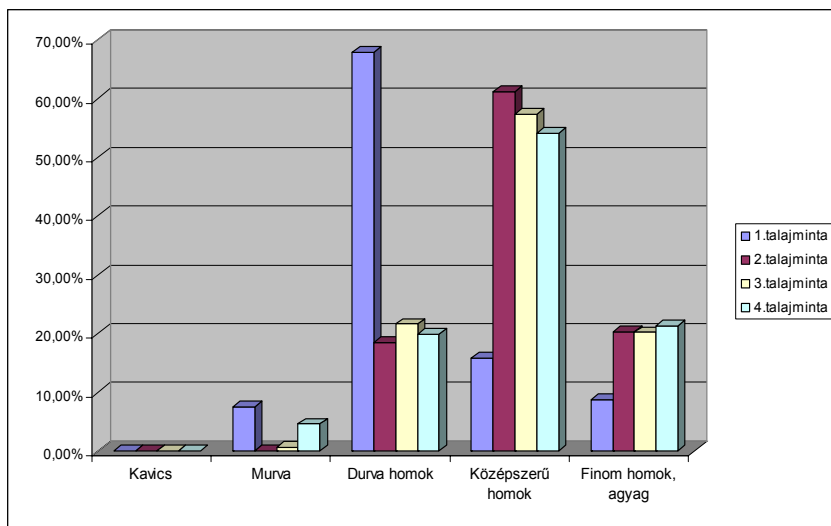
Talajtani vizsgálatok

A talajtani vizsgálatokat megelőzően, a területeken 5 különböző talajtípust határoztunk meg, ezek mindegyikéből mintát vettünk.

A kísérletek során, a gyurgyalagok fészkelési stratégiáját befolyásoló talaj tulajdonságok felderítése volt az elsődleges cél. Ezt szem előtt tartva a Krüedener-féle nedves szemcseösszetétel elemzését, illetve a minták szemcseméret összetétel vizsgálatát végeztük el, valamint meghatároztuk a talajminták sűrűségét. Az elemzések szerint a lakott partfalak 67%-át alkotja kötött homok, illetve a partfalak további 4-4%-ára is jellemző ez a talajféleség (3. és 4. minta). A maradék 25%-ot az első talajmintához tartozó homok talajféleség teszi ki. A területen található vályog talajban (5. minta) gyurgyalag fészkelőüreget a vizsgálati évben nem találtunk.

A talajsűrűség vizsgálat eredményei alapján a gyurgyalagok a legkisebb talajsűrűségű partfalakba fészkeltek legnagyobb számban. A kevésbé sűrűbb talajban valószínűsíthető, hogy könnyebb kiásni a madarak fészkelőüregét, ezért is választották nagyobb számban ezeket a partfalakat.

A 2. *diagramon* látszik, hogy a területeken előforduló partfalak szemcseösszetétel vizsgálat során néhány eltéréssel viszonylag egységes eredményt hozott. Mind a négy talajmintánál kiugró homokmennyiséget tapasztaltam a vizsgálat során, továbbá kiemelkedő arányban tartalmaznak a vizsgált minták agyagot. A kavics és murva tartalmuk pedig elhanyagolható.



2. diagram: A talajminták szemcseméret-vizsgálatának eredményei.

Amennyiben a talajban uralkodik a homok, a szárazabb időszakokban a külső felszíne kiszárad és megkeményedik, viszont a kiszáradt réteg alatt megőrzi nedvességtartalmát. Mivel a homokszemcsék, nem cementálódnak össze, a kezdő kemény réteg kiásása után viszonylag kevés energia befektetéssel kiáshatja a gyurgyalag a költőüregét. A magas homoktartalmú talaj hátránya viszont, hogy magas kvarc tartalma miatt rossz a hővezető képessége (SIPOS 2000). Erre a tényre vezethető vissza az, hogy a gyurgyalag mindig a partfalak felső régióiban, viszonylag közel a felszínhez vájja a fészkelőüregét.

Veszélyeztető tényezők

A Heves közeli gyurgyalag élőhelyek vizsgálatakor kiderítettük, hogy az adott potenciális partfalakat egyenként milyen veszélyforrás fenyegeti vagy fenyegetheti. Ezeknek a tényezőknek az összesítésével kaptunk százalékos adatokat a veszélyeztető források megoszlásáról.

- **Emberi zavarás (EZ):** Minden olyan területen jelen van, ahol emberek tartózkodnak a potenciális partfalak közvetlen közelében.
- **Gyomosodás (GY):** A partfalak kis dőlésszögéből adódó probléma. Gyomnövények telepednek meg, amelyek eltakarják a fészkelésre alkalmas homokfelületeket.
- **Erózió (E):** A magas homok tartalmú partfalak, szél és víz hatására rézsűvé alakulnak, és alkalmatlanná válnak a fészkelésre.
- **Bányászat (B):** A partfalak közvetlen közelében anyagnyerés folyik.

- **Társfészkelő fajok** (TF): A potenciális partfalakban, nagy mennyiségben költenek társfészkelő fajok.
- **Predátor** (P): Ide tartoznak azok a partfalak, ahol a vizsgált évben predátor általi támadást tapasztaltunk.

A legnagyobb arányban előforduló veszélyeztető tényezők az emberi zavarás (26,85%), a gyomosodás (24,07%) és az erózió (21,30%). A gyomosodást, eróziót és egyéb partfalakra irányuló veszélyeket mesterséges partfalomlasztással lehet megelőzni, és különösen hangsúlyos az ismeretterjesztés, a partfalak, homokbányák tulajdonosaival való kapcsolatfelvétel.

IV. Összefoglalás

Az eredmények elsősorban területvizsgálatokra terjedtek ki. Összesen 6 db megfelelő területet találtunk, amelyek Hevestől néhány kilométerre helyezkednek el É-ÉNy ill. ÉNy-i irányban. Ezeken összesen 51 potenciális partfalat azonosítottunk, amelyek nagy része DK-i és Ny-i tájolású volt. Az 51 potenciális partfal közül a gyurgyalagok a vizsgálat évében 25 darabot foglaltak el. Ezen falak 4616 m²-es területén összesen 65 fészket találtunk, amelyek kiugróan DNy-i és ÉK-i kitettségűek voltak. Mind a kitettség, mind pedig a talajvizsgálat esetén a fészkelésre alkalmas, de nem lakott partfalakat is bevontuk a vizsgálatainkba, és azonos súllyal szerepeltek a számításainkban.

A talajtani vizsgálatok alátámasztják, hogy a gyurgyalagok leginkább a magas homoktartalmú falakat részesítik előnyben. A vizsgálatokból kiderül, hogy a magas homoktartalmú partfalakba vájt üregek jóval lassabban melegszenek föl az agyagos falakhoz képest, viszont sokkal kisebb befektetett energiával lehet ásni a homokban.

Az etetési intenzitás mérése során nem tudtuk alátámasztani az ezzel korábban foglalkozó tanulmányokat (1968 cit. HARASZTY 1984; 1993 cit. HARASZTY 1984), néhány határozottan kiugró időpontot ugyan tapasztaltunk de azt észleltük, hogy a fióka fejlettsége, valamint az időjárás nagymértékben torzítja ezeken a méréseknek az eredményeit.

Végül, de nem utolsósorban néztük a gyurgyalagok megtelepedését leginkább gátló folyamatokat. A veszélyeztető tényezők közül megfigyeléseink szerint a legjelentősebbek az emberi zavarás, a gyomosodás és az erózió.

V. Irodalomjegyzék

1. FRY, C. H. (1989): The Bee-eaters, T. & A. D. Poyser, Calton, 304 p.
2. GYOVAI, F. (1993): Egy dél-alföldi gyurgyalag (*Merops apiaster*) populáció korstruktúrája, költés- és táplálkozásvizsgálata. – In: Ornis Hungarica, ISSN 1215-1610, (3. vol.), 1. sz., 23–32. pp.

3. GYURÁ CZ, J. – NAGY, K. – BAGDI, A. – HADARICS, T. – RAGATS, ZS. (2004): A gyurgyalag (*Merops apiaster*) monitorozása és védelmi helyzete Magyarországon, 1997–2001. – In: Természetvédelmi közlemények, ISSN 1216-4585, 2004. 11. sz., 481–489. pp.
4. HARASZTHY, L. (szerk.) (1984): Gyurgyalag. Magyarország fészkelő madarai. Natura, Bp. 122 p.
5. HERMAN, O. (1960): A madarak hasznáról és káráról, Gondolat Kiadó, Budapest, 156 p.
6. KÁRMÁN, B. (1996): Szexuális agresszió gyurgyalagnál (*Merops apiaster*). Tűzok, ISSN 1416-020X, 1. évf., 2. sz.: 90–91. pp.
7. KILLIAN, M. – LARS, S. – DAN, Z. – PETER, J. G. (2000): Madárhatározó, Park Könyvkiadó Budapest, 222 p.
8. MAGYAR MADÁRTANI ÉS TERMÉSZETVÉDELMI EGYESÜLET (2003): Veszélyeztetett madárfajok fajvédelmi tervei, Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (MME), Budapest, 143–147 pp.
9. MAROSI, S. – SZILÁRD, J. (szerk.) (1969): A tiszai Alföld. Akadémia Kiadó, Budapest. 116–184 pp.
10. MARTON – ERDŐS, K. (2005): Magyarország tájféldrajza. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. 79-80 pp.
11. RÉKÁSI, J. – HARASZTHY, L. (2005): Adatok a gyurgyalag (*Merops apiaster*) táplálkozásához köpetei alapján. Aquila, 112. évf., 223–236. pp.
12. RÉVAI TESTVÉREK (1912): Révai Nagy Lexikona V. kötet, Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, Budapest, 555 p.
13. SIPOS, R. (2000): Bükkaljai gyurgyalag telepek fészkelés ökológiai vizsgálata 1998-1999-ben. 27–28 pp.
14. STANLEY, C. (1985): Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa -Volumes VII-IX as a set, Oxford University Press, New York, 748–763 pp.
15. SZÉP, T. (1993): Partifecske (*Riparia riparia*) telepes fészkelése, kérdések és lehetőségek. KLTE Állattani Tanszék és a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesületnél, Debrecen. 1–26 pp.
16. VARGA, J. (2006): Állatrendszertani gyakorlatok II., EKF Líceum Kiadó, Eger 147–152., 164–165. pp.

The history of viticulture and viniculture in Eger

Csaba Csutorás and László Rác

Eszterházy Károly College

Abstract: Az egri szőlő- és borkultúra története. A cikk a sok évszázados egri borkultúra történetének rövid összefoglalását adja. Ismerteti a máig legismertebb, emblematikus itteni borfajta, az egri bikavér nevének eredetét és minőségének alakulását a kezdetektől máig. A borvidék viharos története magában foglalja a török idők alatti hosszú tetszhalott állapotot, majd az újjáéledést, a diktatúra alatti hanyatlást és a rendszerváltás utáni megújulás, a magas igényű, minőségi borkultúra időszakát.

„Eger is the town of grapes and wine” – that is what can be read when approaching the town from the direction of Budapest. The town of historical past, baroque monuments is famous for not only its fortress, churches, medicinal thermal bath, but also for its wines, mostly Egri Bikavér (Bull’s Blood of Eger) as a result of its inhabitants’ conscious, industrious activity. The one thousand year old town – a bishop’s centre established by St. Stephen, the first Hungarian king in 1004 – has always been connected to grape growing to some extent and way. Although during the ninety-year long Turkish occupation (from Oct. 1596 to Dec. 1687) the region declined a lot mostly due to the emigration of the inhabitants, lack of industrious hands in the Middle ages Eger and its surroundings mostly produced white wine.

Since the 18th century it has been unambiguous that the main activity of Eger has become grape growing. From the Turkish occupation to the end of the 19th century grapes giving red wines were dominant but since the middle of the 19th century the area planted with white grapes has gradually become bigger.

In the first part of the 20th century the most widespread varieties giving red wines were kadarka, oportó, nagyburgundi and medoc noir. From among white varieties riesling, mézes fehér, ezerjő, saszla, muscatel and leányka originating from Transylvania can be mentioned [1, 2].

The wine area surrounding the town makes the core of the Eger historic wine region. Viticulture was formed by peculiar natural features, century-long traditions of human work making Egri Bikavér world famous.

Vineyards surrounding the town dominated not only the slopes but they climbed a large part of the 500 meter high Eged hill. Red wine produced from grapes here represents a special value.

The world famous viticulture including the nicest, most valuable region on Eged hill was destroyed in 1880-85 by filoxera pest disaster. Re-plantation supported by an effective government started in 1890 by using grape buds. Kékfrankos, merlot, zweigelt, blauburger, kadarka, cabernet sauvignon- and franc, kékoportó and pinot noir can be named among buds giving red wine even today.

They are the ones giving the base of the famous red wine of Eger, Egri Bikavér (Bull's Blood of Eger), the cuvee wine. It can be stated that Egri Bikavér is the flagship wine of Eger.

The fiery, volcanic wine of Eger wine region

The shape, rocks and soil of Eger wine region was born as a result of volcanic activity in the Bükk mountains. The volcanic ash spread in Eger and its surroundings as "tufa" (limestone) gave favorable conditions not only for grapes, but also for wine kept in the numerous cellars carved in this rock.



Eger hill is a dominant feature near Eger giving the basic material of excellent Bikavér. It is also proven by archive data that the slopes were planted by grapes by Serbians from the south looking for refuge in the 16th century.

Grape is a simple plant, can survive, grow, give good fruit well in rocky soil and its wine is above everything. The southern slopes of Eged hill are climatologically protected from northern winds, with extra amount of sunrays, even fig bushes can survive. So it cannot be bad, unfavorable for grape plantations either. Concerning altitude above sea level the upper plantations on Eged hill are the highest situated ones in Hungary. This way it provides favorable conditions for full ripening, while soil improves and keeps acid and aroma content of the grapes.

This is what dr. György Lőrincz, the famous enologist of Eger says:

„by 2007 Lord gave me the chance to grow grapes on Eged hill. I do not know it yet, but I feel, that there is the possibility to make great wine... very rich, long life, unrepeatable wine wonders! Wine wonders which will be acknowledged by the world once... making the wine of Eger great.”

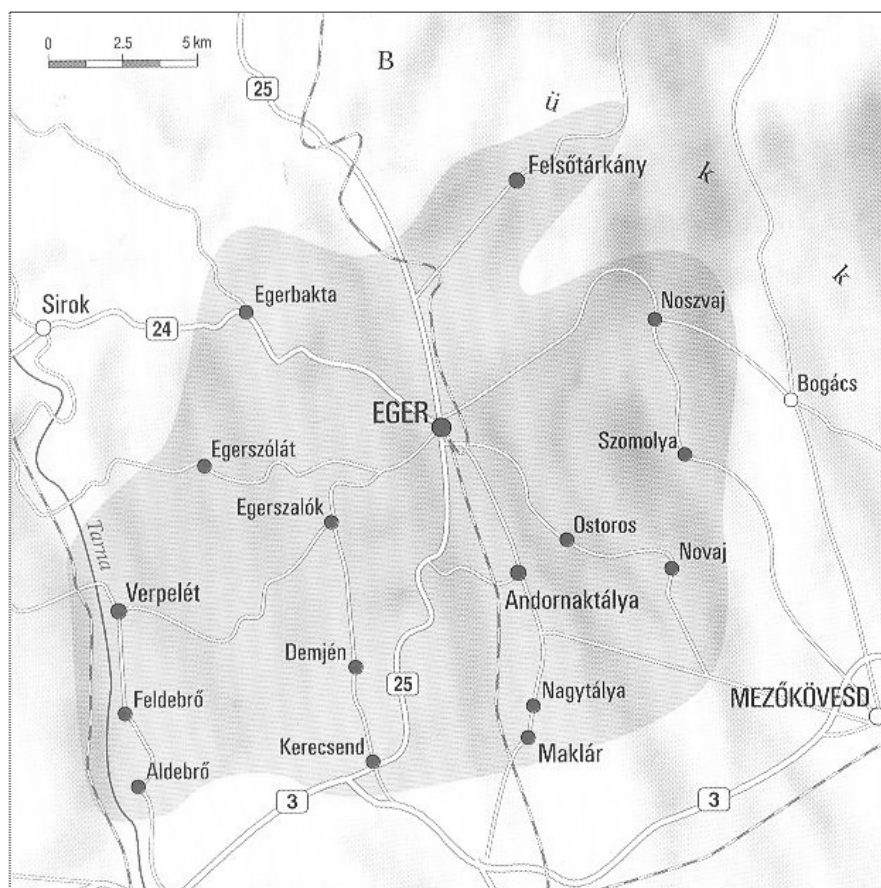
Our wine regions

In Hungary there are 22 wine regions very different in size, features, production and fame. The total area of the wine regions is 90 thousand hectares, 1% of the total of Hungary. The biggest one is Kunság wine region with its 30 thousand hectares. Mátraalja, Tokaj and Eger wine regions are the only ones which are more than 3000 hectares. Eger wine region is situated between Mátraalja and Bükkalja wine regions. Its area is 6000 hectares. It includes 17 settlements, 14 of which belongs to Eger region and 3 to Debrői region. 60% of the grapes are blue ones and 40% are white grapes [3].



„Where I sense good wine, I visit the place. Of course I will visit Eger. If I avoided it, I would be punished by Lord.” (poem by Sándor Petőfi, famous Hungarian poet in 19th c.)

The rank of Eger has not changed since the times of Sándor Petőfi, still considered to be one of the most famous wine regions.



History of Egri Bikavér

Egri Bikavér (Bull's Blood of Eger) is one of the best known Hungarian red wines, made from several blue grapes, a cuvee wine. The origin of the name, the first conditions, varieties are still unknown. István Sugár, historian of Eger dates back the name „bikavér” (bull's blood) to 1851, he found it in a book of Hungarian proverbs published in that year: „Bikavér (Bull's Blood) – that is what a strong red wine is named, for instance the one in Eger. Bikavér is also used in

another Hungarian region, in Szekszárd, it was first used there in 1846 in a poem written by János Garay.

Archive data say that red wine production in Eger in large volume started in the 15-16th centuries with kadarka variety brought to Hungary by Serbians. Later other red varieties also got to Eger region in different ways. Till the end of the 1800s grapes were grown in mixed plantations. Majority of blue grapes was made up by different types of kadarka. Grapes were harvested together and that is how red wine was made. It was Jenő Gröber who first planted pure plantations. He harvested and processed the varieties separately and created Egri Bikavér by blending them. Thanks for plantations in Bikavér Program in 1970 proportion of blue grapes significantly increased in Eger wine region. However, terroir, dominant varieties, cultivation, pruning, the viticultural technology of the time mostly was aimed at mass production of Egri Bikavér. This way quality of Bikavér was set to Soviet, Polish, East German market, undemanding, but requiring large quantities. They were fix markets, but the quality was not always first priority. Production – mostly enologic and marketing activity – was focused at Egervin company and its predecessors and also Hungarovin and Monimpex state firms. It is true, that majority of consumers learnt name Egri Bikavér at that time, but unfortunately it is also true that the name was connected to a cheap mass quality. This way Egri Bikavér ended up among low price wines. After the changes in the regimes in the 1990ies there was an approach – which unfortunately still exists for some producers and traders – that wine which is red and produced in Eger must be Egri Bikavér [4, 5].

Since 1990 it has become evident for the producers that Egri Bikavér must be a dry red wine, but quality expectations are still of a wide scope, ranging from simple „red wine of Eger” to the top wine of Eger wine region. It is market to determine the trend.

Regulations for the production of Egri Bikavér were made by the Union of Grape-growers and Wine-makers of Eger in 1993, however, they were only suggestions since they were not supported by any legal background. In 1994-95 a system was made to insure origin protection of Hungarian wines, so the Research Institute of Viticulture and Viniculture of Eger started to measure plantations and cellars in Eger wine region and forwarded a suggestion to make regulations for Egri Bikavér as wine of protected origin. Egri Bikavér Regulations were accepted by the Winemakers' Association of Eger Wine Region on 27. June 1997. The method was based on the origin protection systems used in the Western and Southern parts of Europe and the material of wine-rights of the European Union. The regulations have proved a significant modification and improvement in the conditions of grape growing, wine making, maturing and qualification as opposed to the previous ones. The sugar content of grapes was fixed 2-4 Hungarian must degrees higher, yield restriction was

maximized in 12 tons per hectare, start of the harvest is determined by the Head of the Winemakers' Association. They are the most important changes. In 2002 legislation concerning Egri Bikavér became even stricter, Egri Bikavér Superior regulation was accepted, making production and sale of a better quality Egri Bikavér possible.

At present three different quality categories are distinguished at Eger Wine Region:

1. Egri Bikavér
2. Egri Bikavér Superior
3. Egri Bikavér Grand Superior (harvested at a specific field)

Acknowledgement

The authors are thankful to Egri Crown Winehouse for financial support of this work. This article is a result of the efforts of the authors on the establishment of „Wine culture” course and „Wine technologist” professional training at Eszterházy Károly College, which play at present an important role in our education and research.

References

1. Eperjesi I. – Kállay M. – Magyar I.: Szőlőtermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1998.
2. Haraszti Gyula: Egri Borok, Kossuth Kiadó, Budapest, 2003.
3. Bényei Ferenc – Lőrincz András - Sz. Nagy László: Szőlőtermesztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest., 1999.
4. Halász Zoltán: Könyv a magyar borokról, Bp., 1981.
5. Sztanév Bertalan – Kendéné Toma Mária: Borkedvelők kézikönyve, Alinea Kiadó, Budapest, 2002.

Comparison of trace element and aroma compound contents of red wines

Csaba Csutorás¹ – László Rácz¹ – Gyula Záray²

¹Chemistry Department of Eszterházy Károly College, Eger, Hungary
H-3300 Eger, Leányka Str. 6.

²Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Hungary.

Abstract: Vörösborok nyomelem és aroma-anyag tartalmának összehasonlítása. A bor minőségét különböző tényezők határozzák meg. A talaj, a klíma, a technológia és a szőlőfajta, mind jelentős hatással van a bor összetételére és belső értékére. Vizsgálatainkba ugyanarról a területről származó 5 féle vörös-bort vontunk be: 2007-es évjáratú blauburgert, kékfrankost, cabernet-savignont, merlot-t és 2006-os bikavér cuvee-t. A nyomelemek koncentrációját mikrohullámú savas erjesztést követő plazma-tömegspektrometriával határoztuk meg, továbbá 16 aroma-vegyületet határoztunk meg a szilárd fazes kivonását követő GC-MS módszerrel. A nyomelem-tartalom gyakorlatilag nem függött a szőlőfajtatól, az aroma-anyagok azonban – különösen a tetraetrakontán, az oktanoszán és az etil-oktanoát esetén – jelentős különbségeket mutattak.

Introduction

Egri Bikavér (Bull's Blood of Eger) is a traditional red cuvee wine originated from the Northern Hungarian Wine-growing Region of Hungary [1, 2]. It is made from various blue grapes (Blauburger, Kékfrankos, Cabernet sauvignon, Cabernet franc, Merlot) under strict regulations of origin-protection. Bull's Blood of Eger is well known and consumed not only in Hungary but in various countries of Europe and the world. The quality assurance of wines needs well defined investigations e. g. determination of ethyl alcohol or sugar content, concentration of different organic acids and color compounds etc. [3]. However from toxicological point of view it is recommended to check the concentrations of toxic heavy metals originating from soil, fertilizers, pesticides or herbicides [4]. The trace element content of wines remains practically constant during storage, however aroma compounds change continuously. Concentrations of certain groups of primary aroma compounds coming from grapes and the fermentation

aroma compounds decrease during the maturation of wines. In the case of oxidative treatment mostly aldehydes and acetates are formed, while the application of reductive technology results in the formation of higher ester content. In this paper we studied the influence of the variety of grapes on the concentration of trace elements and aroma compounds in 6 red wines by applying Inductively Coupled Plasma Sector Field Mass Spectrometer (ICP-SF-MS) and Solid Phase Micro Extraction / Gas Chromatograph Mass Spectrometer (SPME/GC-MS) techniques, respectively. For determination of trace elements an Element2 ICP-SF-MS (Thermo Finnigan, Germany) was used. The operating conditions of this equipment are summarized in Table 1. Microwave-assisted digestion of wine samples was performed by using a Multiwave Paar Physica device (Paar, Austria). For this procedure six HQ50 quartz bombs (Paar, Austria) were used simultaneously.

Table 1. Operating conditions of ICP_SF_MS system

Power (W)	1200
Ar gas carrier flow (dm ³ /min)	16.0
Ar gas auxiliary flow (dm ³ /min)	0.8
Ar nebuliser flow (dm ³ /min)	1.1
Measurement mode	Medium resolution (R=4000)
Acquisition mode	E-scan
No. scans	20 (5 runs, 4 passes)
Search window (%)	80
Integration window (%)	60
Calibration	External
Internal standard	50pg/cm ³ In
Points per peak	30
Isotopes	⁵² Cr, ⁵⁵ Mn, ⁵⁷ Fe, ⁶⁰ Ni, ⁶³ Cu, ⁶⁶ Zn, ⁷⁵ As, ¹¹⁴ Cd, ²⁰² Hg, ²⁰⁸ Pb.
Nebuliser	Meinhard
Spray chamber	Scott
Sampler cone	Ni, ø 1.0mm orifice
Skimmer cone	Ni, ø 0.7mm orifice

Experimental

Trace element analysis

Reagents and standards

Suprapure 65% HNO_3 (Merck, Germany) was used for the microwave-assisted digestion of wine samples. For tuning and mass calibration of ICP-SF-MS instrument an acidic (5% HNO_3) Merck Multi-element standard solution in concentration of $1\text{ng}/\text{cm}^3$ for each element was employed. For internal standardization acidic indium (Merck) stock solutions ($0.5\text{ mol}/\text{dm}^3$ HNO_3) were prepared daily from their stock solutions by appropriate dilution with ion-exchanged water. The final HNO_3 concentration of the solutions was 5%.

Analytical procedure

For trace element analysis aliquots of 2cm^3 wine samples filtered through Millex PDVF filters of $0.2\mu\text{m}$ pore size were placed into quartz bombs. Aliquots of 2cm^3 HNO_3 were carefully added. The samples were subjected to microwave-assisted digestion for 40 min, at 1000W (nominal power value per six bombs) achieved with a ramp of $50\text{W}/\text{min}$. Six bombs were used simultaneously for one digestion procedure. Between two digestions the bombs were cleaned with 5cm^3 HNO_3 (Suprapure) at 1000W, for 20 min. The purity of the resulting solutions was checked by ICP-SF-MS method. After digestion indium internal standard was added and the solutions were filled up to 40cm^3 with deionized water. These solutions were analyzed by ICP-SF-MS technique applying external calibration.

Determination of aroma compounds

Aroma compounds were adsorbed on a quartz fiber covered with polydimethylsiloxane ($100\mu\text{m}$ PDMS, non-polar). The fiber was introduced into 5cm^3 vapor space above 100cm^3 wine sample, at room temperature (Fig. 1.).

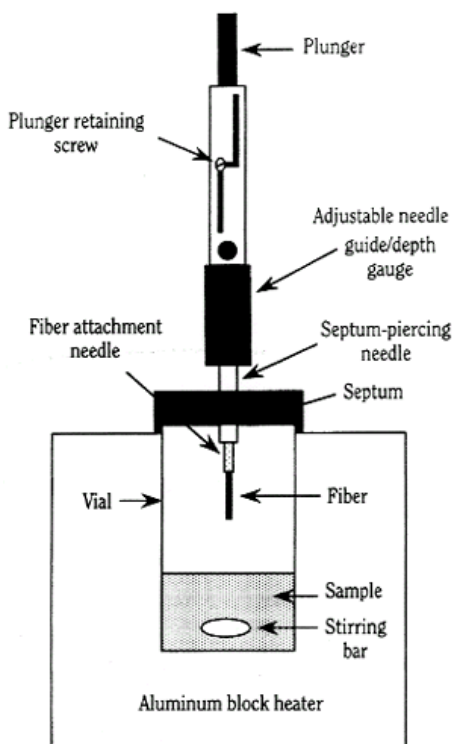


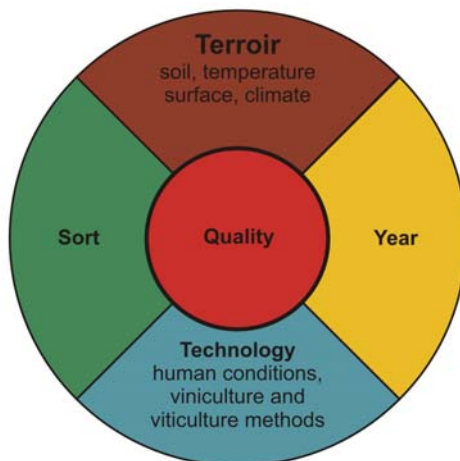
Fig. 1. SPME set up for measurement of aroma compounds

The contact time amounted to 15 min. In order to achieve the balance between the liquid and vapor phases, wine was stirred in closed vessel for 20 min, before the introduction of the fiber. After pre-concentration of aroma compounds the loaded fiber was put into a heated injector (220°C) of the GC-MS system (Shimadzu QP 2010S) and analyzed after separation on HP-5MS (30m×0.25mm×0.25µm) column. The analytical signals of aroma compounds were related to the signal of ethyl alcohol.

Results and discussion

Five different wines of blue grape varieties (Blauburger, Kékfrankos, Cabernet sauvignon, Cabernet franc, Merlot) of the same year (2007) and of the same terroir and also a Bikavér wine of 2006 coming from the same terroir, made from the same varieties of red wines using the same technology, were involved in our examination.

Factors determining quality of wine



The concentration of toxic trace elements (Cd, Hg, As, Pb) is negligible. The other elements have similar concentration, which means, that the variety of grapes has no significant influence on their uptake processes (Table 2.).

*Table 2. Concentrations ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) of trace elements in investigated red wines. Standard deviation data are calculated on the basis of the subsequent integrations within one run ($n=20$). Limits of quantification were calculated as 10 sigma.
1995/90th jur. 27§. 11th paragraph*

	Cabernet franc 07	Blauburger 07	Merlot 07	Cabernet Sauvignon 07	Kékfrankos 07	Bikavér 06	Limit values *
Cr	0.032±0.001	0.023±0.001	0.031±0.001	0.029±0.001	0.043±0.001	0.041±0.001	-
Mn	1.94±0.09	1.90±0.06	3.15±0.09	1.89±0.08	2.14±0.09	2.36±0.10	-
Fe	1.67±0.03	3.89±0.12	2.89±0.10	3.10±0.15	3.60±0.22	2.28±0.06	5
Ni	0.082±0.002	0.095±0.002	0.111±0.004	0.086±0.002	0.091±0.003	0.084±0.002	-
Cu	0.168±0.009	0.008±0.001	0.106±0.003	0.035±0.002	0.029±0.001	0.069±0.003	10
Zn	1.07±0.02	0.859±0.016	0.787±0.032	0.877±0.019	1.45±0.03	0.712±0.023	10
Pb	0.0075±0.0008	0.0037±0.0001	0.0043±0.0001	0.0037±0.0001	0.0070±0.0001	0.0032±0.0001	0.25
As	<0.065	<0.065	<0.065	<0.065	<0.065	<0.065	0.1
Cd	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.02
Hg	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.01

The analytical signals of 16 identified aroma compounds were related to the signal of ethyl alcohol (Table 3.).

Table 3. Analytical signal of aroma compounds related to ethyl alcohol signals measured in vapor phase by GC-MS method.

Name	Bikavér 2006	Blauburger 07	Kékfrankos 07	Cabernet sauvignon 07	Cabernet franc 07	Merlot 07
Ethanol	100	100	100	100	100	100
Ethyl Acetate	10,95	5,05	18,35	7,25	7,56	6,29
3-methylbutanol	15,98	22,09	14,9	16,8	16,68	21,86
Hexanol	n.d.	n.d.	0,33	0,68	0,37	n.d.
Isoamyl acetate	n.d.	n.d.	1,12	0,92	n.d.	3,19
Ethyl hexanoate	3,29	2,76	1,81	2,52	2,32	3,39
Phenylethyl alcohol	1,3	3,61	0,66	2,92	1,22	5,98
Diethyl butanedioate	1,21	0,83	0,17	0,91	1,11	2,13
Ethyl octanoate	9,17	8,09	3,07	6,67	4,18	18,82
Ethyl decanoate	3,4	9,1	5,82	2,54	2,05	8,5
Butylated hydroxytoluene	0,21	n.d.	0,5	0,3	n.d.	n.d.
Eicosane	4,64	14,94	8,1	n.d.	n.d.	n.d.
3-methylundecane	n.d.	n.d.	n.d.	0,73	n.d.	1,52
Octacosane	105,92	22,58	19,21	115,56	n.d.	101,61
Tetratetracontane	8,61	n.d.	87,47	5,25	n.d.	n.d.
Methyl decanoate	n.d.	2,7	n.d.	n.d.	1,356	n.d.

n.d. not detectable

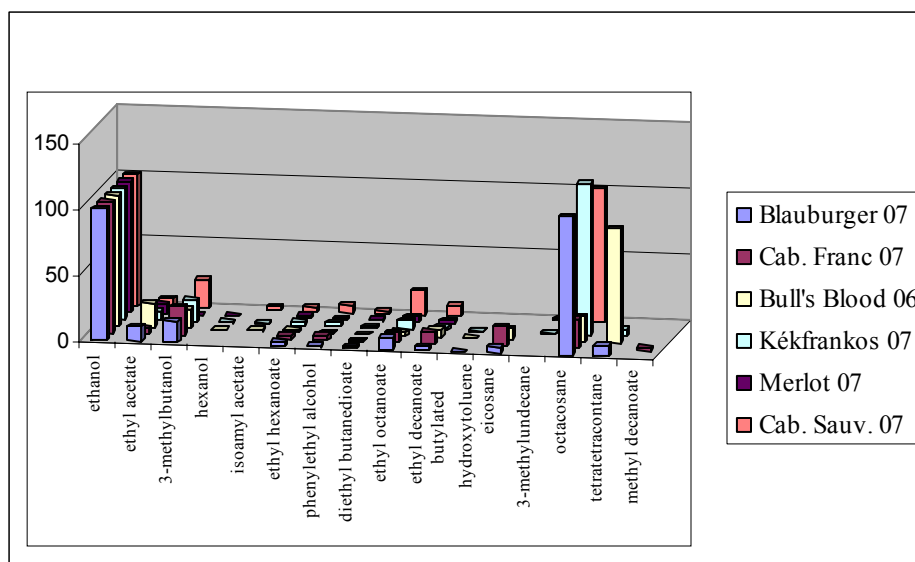


Fig. 2. Analytical signals of aroma compounds related to ethyl alcohol signals measured in vapor phase after SPME by GC-MS

These data demonstrate that the dominant aroma compounds are octacosane, tetratetracontane, isoamyl alcohol, ethyl octanoate and ethyl acetate. In the case of Bull's Blood, Blauburger, Cabernet Sauvignon and Merlot wines octacosane had the highest concentration, while in the case of Kékfrankos and Cabernet franc tetratetracontane and isoamyl alcohol are the dominant aroma compounds, respectively (Fig. 2.).

References

1. Eperjesi I. – Kállay M. – Magyar I.: Viniculture. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1998.
2. Szarvas J. – Hajdú Cs. – Kliegl D. – Rác L.: Hungarian fermentation yields in winemaking. „Fermentators” Élet és tudomány (2005/42.), 1318–1320.
3. Kiss A. – Csutorás Cs. – Bóka B.: Az Egri Bikavér eredetvédelmével kapcsolatos pH-potenciometriás vizsgálatok és új paraméterek kifejlesztése. *Acta Acad. Paed. Agriensis, Sectio Chemiae XXXI.* **2004**, 37–41.
4. Kiss, A. – Rapi, S. – Csutoras, Cs.: GC/MS studies on revealing products and reaction mechanism of photodegradation of pesticides. *Microchem. J.* **2007**, 85(1), 13.

Peszticidek növényi gyökéren át történő felvételének kockázata

Ujfaludi László

Eszterházy Károly Főiskola, Fizika Tanszék

Abstract: Risk of pesticide uptake via root of plants. Pesticide uptake via roots of crops and other food plants is a permanent problem in the modern agricultural practices. The objective of this research is to define a reliable coefficient to estimate the risk of pesticide uptake. The suggested risk factor is based on comparison of pesticide half life and infiltration period as well as the plant's vegetation period. Determination of the new risk factor is based on soil physical parameters and some characteristics of the pesticide to be used. On the basis of risk factors calculated for different chemicals users are able to select the one that causes the minimum risk at a given situation. The outline of the method seems completed but it needs some further refinement.

Bevezetés, előzmények

A jelenlegi mezőgazdasági termelés egyik kritikus pontja a peszticidek széleskörű alkalmazása a termelés biztonsága érdekében. A peszticidek többsége az emberre is ártalmas, toxikus szerves vegyület, haszonnövényekbe történő bejutása nehezen kerülhető el. A peszticidek mennyisége azonban különböző természetes hatások eredményeképp csökken; ezek a hatások a következők (*Racskó-Budai, 2004*): (1) Fotodegradáció: a napsugárzásból származó ultraibolya-sugarak lebontják a peszticid-molekulákat. (2) Párolgás: az illékony herbicidek egy része elpárolog. (3) Kémiai degradáció: alacsony pH-értékű talajokban bizonyos növényvédő szerek könnyen lebomlanak. (4) Adszorpció (felületi megkötődés): a talajszemcsék felületén egyes peszticidek – különösen a poláros molekulájúak – könnyen megkötődnek. Különböző hatásokra (pl. a talaj elsavanyodása, magas hőmérséklet) a megkötött molekulák újra szabaddá válhatnak (deszorpció). (5) Mikrobiális lebomlás: számos mikroorganizmus képes aerob, vagy anaerob módon lebontani a talajba juttatott peszticid-molekulákat. Egyes mikroorganizmusok specializálódnak bizonyos peszticidfajták lebontására. Ismételt használat esetén a lebontó-szervezetek olyan mértékben elszaporodhatnak, hogy

teljesen hatástalaníthatják az adott növényvédő szert. A lebomlás után a vegyszer hatása az élő szervezetekre gyakran nem szűnik meg. A keletkezett új vegyületek lehetnek ártalmatlanok, de esetenként ártalmasabbak az eredeti molekuláknál.

Az EKF-en működő EGERFOOD Regionális Tudásközpont kutatási programjában az alkalmazások biztonságosabbá tétele érdekében évek óta kiterjedten vizsgálják a peszticidek transzport- és átalakulási folyamatait.

A fotodegradációs vizsgálatok során négy, egymástól szerkezetileg jelentősen eltérő növényvédő szer UV-sugárzás hatására bekövetkező bomlásának mechanizmusát vizsgálták (Virág, 2006). Az eredmények szerint a négy peszticid (karbendazim, acetoklór, simazin, klórpírifosz) fotodegradációjának reakciókinetikája jelentős eltéréseket mutatott. A peszticidek és bomlástermékeik biológiai hatását tesztorganizmusokon vizsgálták. Megállapították, hogy a bomlástermékek jelentősen módosíthatják a talaj mikrobiota összetételét.

A vizsgálatok másik célkitűzése a növények számára biológiailag hozzáférhető peszticid mennyiségek becslése. Ennek előzetes vizsgálatai során kiterjedten vizsgálták különböző szerkezetű peszticidek talajszemcséken történő adszorpciós folyamatait. Az egyik vizsgálat során négy peszticid adszorpciós karakterét vizsgálták homok- és barna erdőtalajon (az előbbieken vizsgált peszticidek közül három itt is szerepelt, a karbendazim helyett azonban itt diuron vizsgáltak). A peszticiddel kezelt talajmintákból öt különböző extraháló szerrel távolították el a szermaradványokat (kloroformot, metanolt, acetát-puffert, kalcium-klorid- és humuszsav-oldatot használtak extraháló szerként). A K_d megoszlási tényezőre kapott értékek a talajtól és az extraháló szertől függően széles tartományban változtak (Virág-Kiss, 2007).

Az említett „*in vitro*” vizsgálatokon kívül „*in vivo*” vizsgálatokra is sor került; ennek során közvetlen mérésekkel vizsgálták egyes növények peszticid-felvételét (Szováti és mások, 2007). A laboratóriumi kísérletek során zárt edényekben búza-ültetvényeket kezeltek négy peszticiddel (simazin, diuron, klórpírifosz és acetoklór). A kísérletek során a peszticideket 3féle talajhoz (homok, barna erdei talaj és alluviális öntéstalaj) keverték 4 különböző koncentrációban (4; 8; 20 és 200 ppm), majd beültették az előre csíráztatott búza-palántákat. Az ültetvényeket ezután 21 napig öntözték, majd learatták és elkülönítették a talajt, valamint a gyökereket és meghatározták a peszticid-maradványokat a növények gyökér- és zöld-állományában, és a talajban. Vegyszer-maradványok egyedül a 200 ppm-es mintákban voltak kimutathatók, az alacsonyabb koncentrációjú peszticiddel kezelt minták gyökerében és zöld állományában a kimutathatósági határ alatt maradtak. A simazin meglehetősen jól felszívódott a növények zöld állományába, a gyökérben egy nagyságrenddel kevesebb volt mérhető; a vegyszer túlnyomó része a talajban maradt. A diuronnál az arányok hasonlóan alakultak, de a gyökérben és a szárban sokkal kevesebb vegyszermaradvány volt, mint

a simazinnál; megjegyzendő, hogy itt csak a homoktalajt vizsgálták. A mérési adatok magyarázhatók azzal, hogy a diuron talajhoz történő adszorpcióképessége jóval nagyobb, mint a simaziné (*Extoxnet*). A gyökérbe és a zöld-állományba történő vegyszer-felszívódás mértékére a következő (csökkenő) sorrendet észlelték: *simazin-diuron-acetoklór-klórpírifosz*. A talajok közötti különbségeket tekintve: a legnagyobb növényi felszívódás a homoktalaj esetén mutatkozott, ami érthető, hiszen a homoktalajnak, alacsony agyag- és szerves anyag tartalma miatt sokkal kisebb az adszorpcióképessége, mint a másik két talajfajtának.

A zárt edényben végzett laboratóriumi vizsgálatok eredménye valószínűleg jelentős eltéréseket mutat a terepen várható eredményektől. A peszticidek talajba történő keverése alapvetően különbözik a terepi beviteltől; a kapott koncentrációk valószínűsíthetően jóval magasabbak a terepen várható értékeknél. (Ezt akár biztató jelnek is tekinthetjük, hiszen a három kis koncentrációjú adagolásakor – ezek állnak a terepi koncentrációkhoz közel – nem volt kimutatható szermaradvány a növényekben.) A homoktalaj esetén tapasztalt nagymértékű növényi felvétel terepen valószínűleg nem következhet be, ha megfelelő intenzitású csapadék követi a vegyszer kihelyezését, mivel ebben az esetben a vegyszer a csapadékvízzel gyorsan leszivárog – a másik két talajtípusnál ez a folyamat jóval lassúbb, sokkal hosszabb idő áll rendelkezésre a növényi beépülésre. A kísérletekből így is sok hasznos tanulság levonható; érdemes lenne azokat más növényekre is elvégezni.

A szennyezések transzportjának elméleti alapjai

Talajban történő transzport esetén a szennyezőanyag részecskéi az áramló vízzel a pórusokban haladnak, és elkeveredésüket három különböző folyamat is elősegíti: (1) az egyes pórusokban az áramlási sebesség a keresztmetszeten belül változik, (2) a nagyobb átmérőjű pórusokban az áramlás átlagsebessége nagyobb (ez a két hatás a kapilláris áramlás Poiseuille-törvényéből következik), (3) a szemcsék jelenléte elterelő hatást gyakorol a vízre és a szennyezőanyagra egyaránt. Az említett három hatás eredője az ún. *hidrodinamikai diszperzió*, amely egy viszonylag homogén talajrétegen belül is jelentős elkeveredést okoz (Bear, 1972). Nagy kiterjedésű, inhomogén szerkezetű (rétegzett, vagy anizotrop) talajformációkban ehhez járul még a különböző áteresztőképességű rétegekben a különböző áramlási sebességek miatt létrejött elkeveredés. Az előbbi jelenséget mikro-, az utóbbit makro-, vagy regionális diszperciónak nevezik. („Elkeveredés”, vagy „diszperzió” alatt azt a folyamatot értjük, amelynek során a szennyezőanyag részecskéi szétszóródnak – diszpergálódnak – azaz egyre nagyobb térfogatban oszlanak el, tehát a koncentrációjuk csökken.) A diszperzió mindkét esetben jóval nagyobb az áramlás főirányában, mint az arra merőleges irányokban. Az áramlás irányában ható elkeveredést a hosszirányú (longitudinális) disz-

perziós tényezővel (D_L), az áramlásra merőleges elkeveredést a keresztirányú (transzverzális) diszperziós tényezővel (D_T) jellemezzük. A továbbiakban kizárólag függőleges beszívárgással foglalkozunk, ekkor csak a hosszirányú (függőleges) diszperzió érvényesül. Az irodalomban használatos az ún. diszperziós hossz (α), amelynek longitudinális komponense α_L , ennek kapcsolata a D_L -vel:

$$D_L = \alpha_L U \quad (1)$$

ahol U az áramlás (beszívárgás) középsebessége.

Szennyezőanyag transzportja párhuzamos áramlásban

A peszticidek és más, felszínről a talajba jutó szennyezések transzportja a csapadékvíz függőleges beszívárgása útján történik, ilyenkor *egydimenziós (függőleges) transzportról* beszélhetünk. Egyes szennyezők a transzportfolyamat közben lebomlanak (pl. radioaktív izotópok, szerves anyagok, peszticidek, mikroorganizmusok) ezek koncentrációja az idő függvényében az alábbi egyenlet szerint csökken (Bear, 1972):

$$C = C_0 e^{-\lambda t} \quad (2)$$

ahol C a t -időpontbeli, C_0 a kezdeti koncentráció, λ a bomlási állandó. A bomlási állandó és a T felezési idő között a

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \quad (3)$$

összefüggés érvényes. Talajvizekben történő áramláskor egyes szennyezőanyagok megkötődnek (adszorbeálódnak) a talajszemcsék felületén, vagy a talajban lévő szerves anyagokon. Az adszorpció mértékét a megoszlási tényezővel (K_d) szokás jellemezni; ez az adszorbeálódott M_a és az oldatban maradt M_o anyagmennyiség hányadosa (deSmedt, 1992):

$$K_d = \frac{M_a}{M_o} \quad (4)$$

Az adszorpció révén megkötött szennyezőanyag nem halad tovább az áramlásban, ami a bebocsátástól távolabbi helyeken a szennyezés késleltetett megjelenését eredményezi. A késleltetés mértékét az ún. retardációs tényező (R) fejezi ki:

$$R = \frac{U}{U_a} \quad (5)$$

ahol U az áramlás sebessége, U_a az adszorbeálódó szennyezőanyag előrehaladási sebessége. A retardációs- és a megoszlási tényező kapcsolata:

$$R = 1 + \frac{1 - n_e}{n_e} \rho_t K_d \quad (6)$$

ahol n_e a talaj effektív hézagterfogata, ρ_t a talajszemcsék sűrűsége. A hézagterfogot a talajban lévő pórusok V_p térfogatának és a talaj teljes V_t térfogatának hányadosa:

$$n = \frac{V_p}{V_t} \quad (7)$$

míg az effektív hézagterfogot a hézagterfogatnak az a hányada, amelyben áramlás van. Ez általában kisebb a hézagterfogatnál; a tapasztalat szerint: $n_e = 0,2 \dots 0,8 n$.

A koncentráció időbeli változását leíró differenciálegyenlet a legáltalánosabb esetet – bomló és adszorbeálódó szennyezőanyagot – feltételezve (Clark, 1996):

$$R \frac{\partial C}{\partial t} = D_L \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - U \frac{\partial C}{\partial y} - \lambda C \quad (8)$$

ahol C a szennyezőanyag koncentrációja, y beszivárgás esetén a függőleges helykoordináta, t az idő. Ennek egzakt matematikai megoldása függőleges áramlás esetére:

$$C = C_0 \frac{V}{An \sqrt{4\pi D_L / R}} \exp \left[- \frac{\left(y - U \frac{t}{R} \right)^2}{4 D_L \frac{t}{R}} - \lambda t \right] \quad (9)$$

ahol C_0 a kezdeti koncentráció, amely a $t = 0$ időpontban az $y = 0$ helyen történő beszivárgáshoz tartozik, V a szennyezőanyag teljes térfogata, A a beszivárgási keresztmetszet. A megoldás alakilag megegyezik a Gauss-féle valószínűségi eloszlás sűrűségfüggvényével; az idő függvényében egyre inkább ellapuló ha-

ranggörbét kapunk. Az adszorpció miatt azonban a szennyezőanyag itt R -szer lassabban halad, mint az áramlási sebesség, a bomlás és az adszorpció együttes hatása következtében pedig a szennyező mennyisége egyre csökken. A fenti, általános eset egyenleteiből $R=1$ és $\lambda=0$ helyettesítéssel adódnak az ún. konzeratív (nem adszorbeálódó és nem bomló) szennyezés egyenletei.

A függőleges beszivárgás dugattyú-modellje

A továbbiakban a peszticidek függőleges beszivárgásának vizsgálatára szorítkozunk. Az áramlási sebesség estünkben a függőleges beszivárgási sebesség. A (9) egyenlet szerinti egzakt matematikai megoldásokban U értékét állandónak feltételezték (ezért viszonylag „egyszerű” a megoldások alakja). A beszivárgási sebesség valójában időben változik. Változó sebesség számításba vételére a (9) egyenlet csak úgy használható, ha a beszivárgást szakaszokra bontjuk és egy-egy szakaszon belül a sebességet állandónak tekintjük. (Az irodalomban ezt az eljárást a probléma *szemidiszkrét* megoldásának nevezik – szembeállítva a *folytonos* megoldásokkal, amit a tisztán analitikus megoldások nyújtanak.) A szakaszokra bontás a pontos leírás érdekében szükséges, viszont jelentősen megnöveli a számításigényt.

A hosszirányú diszperziós tényező (D_L) a sebességgel az (1) egyenlet szerint szoros kapcsolatban van. Az 1970-es és a 80-as években számos törekvés történt arra, hogy meghatározzák D_L és egyes talajfizikai jellemzők (szemcseméret, vízáteresztési tényező, stb.) kapcsolatát (Jackson, 1980). Saját korábbi vizsgálataink során (Ujfaludi, 1986/a) természetes talajmintákkal végzett laboratóriumi vizsgálatok alapján a talaj szemcsemérete és az α_L diszperziós hossz között a következő empirikus összefüggést határoztuk meg:

$$\alpha_L = 48d_{50}^{1,5} \quad (10)$$

ahol d_{50} a talaj közepes szemcsemérete, amely az egyenletbe m-ben helyettesítendő és α_L -et is m-ben kapjuk.

A beszivárgás időben változó sebességének becslésére a korábban (Ujfaludi, 1986/b) kidolgozott dugattyú-modellt alkalmazhatjuk. Ennek lényege, hogy a beszivárgó víz frontját úgy tekintjük, mint egy függőlegesen egyre csökkenő sebességgel lefelé haladó dugattyút. A beszivárgás függőleges sebessége: $U = dy/dt$, a talajvízáramlás Darcy-egyenletéből számítható:

$$\frac{dy}{dt} = \left(\frac{k}{n} \right) \left(\frac{y + h_k}{y} \right) \quad (11)$$

ahol k a talaj szivárgási (vízáteresztési) együtthatója, h_k a talaj kapilláris emelőmagassága. A változókat szétválasztva, majd a két oldalt integrálva az alábbi egyenletet kapjuk:

$$y - h_k \ln(y + h_k) = \frac{k}{n} t + C \quad (12)$$

Az integrálási állandó a $t=0$ esetén $y=0$ feltételből: $C = -h_k \ln h_k$, ezt a (12) egyenletbe beírva, majd t értékét kifejezve megkapjuk az adott y mélység eléréséhez szükséges t időt:

$$t = \frac{n}{k} \left\{ y + h_k \ln \frac{h_k}{y + h_k} \right\} \quad (13)$$

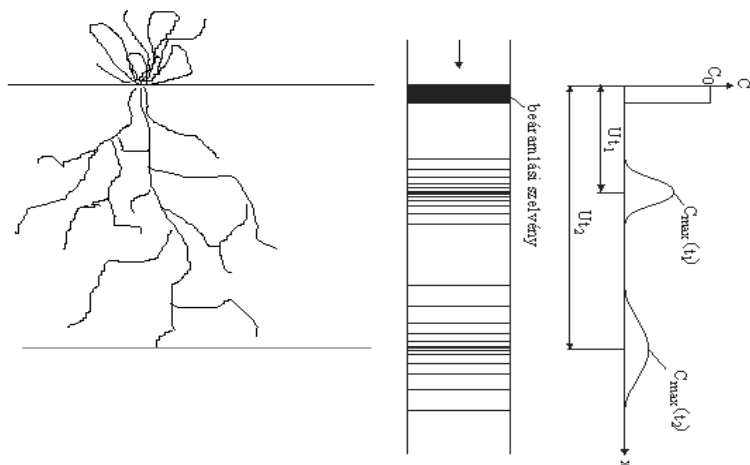
Az adszorbeálódó anyagok R-szer lassabban haladnak, mint az áramlási sebesség (9. egyenlet) ezért azokra az elérési idő:

$$t_a = R \frac{n}{k} \left\{ y + h_k \ln \frac{h_k}{y + h_k} \right\} \quad (14)$$

Ha a kapilláris-hatásoktól eltekintünk ($h_k=0$), akkor y mélység elérési idejére az alábbi (közelítő) formulát kapjuk:

$$t_a = R \frac{n}{k} y \quad (14a)$$

Az 1. ábrán a növény és gyökérzónája látható (balra), valamint a beszivárgó szennyező koncentráció-eloszlása egymást követő időpontokban.



1. ábra: A növény gyökérzónája és a beszivárgó szennyezés koncentráció-változása

Agyagos, kötött talajoknál hosszabb száraz időszak alatt a felszín közelében repedések keletkeznek. Ha ilyenkor történik a peszticid kihelyezése, az ezt követő csapadékkal a vegyszer beszivárog a talajba, de kezdetben a repedéseken (csatornákon) keresztül a beáramlás gyors. Az átmedvesedés hatására aztán a talaj megduzzad, a repedések összezáródnak és ettől kezdve a beszivárgás már csak a kötött talaj mikropórusain keresztül, tehát igen lassan megy végbe. A talajrepedéseken (csatornákon) át történő beszivárgás jellemző vízáteresztési együtthatója – lamináris áramlást feltételezve – az alábbi egyenlettel becsülhető (Jackson, 1980):

$$k = \frac{b^3 \rho g}{12 \eta \Delta} \quad (15)$$

ahol b a csatornák átlagos szélessége, ρ és η a víz sűrűsége és dinamikai viszkozitása, g a gravitációs gyorsulás, Δ a repedések átlagos távolsága. A csatornákon keresztül a víz (és a benne oldott anyag) gyorsabban szivárog le, mint a mikropórusokon keresztül. A csatornák faláról oldalirányban diffúzió révén terjed a szemcsék közötti mikropórusokba; összességében gyorsabban halad lefelé, mint a repedésmentes területeken beszivárgó szennyezés. Vízben jól oldódó szennyezőanyag esetén ennek eredményeképp a függőleges szelvény mentén (az 1. ábra Gauss-görbéitől eltérően) egyenletes koncentráció-eloszlás jöhet létre. Kevésbé vízoldható anyagok (pl. egyes peszticidok) esetén az ilyen kiegyenlítődés

esélye kisebb. Mindkét esetben félbeszakad a kiegyenlítődés folyamata, amikor – röviddel a talaj átnedvesedése után – a csatornák összezáródnak.

Kockázati tényezők

Talajszennyezéseknél a talaj és a szennyezőanyag tulajdonságainak figyelembevételével becsülhető a szennyezés kockázata. Talajvízbázisok szennyeződésének kockázatbecslésére az alábbi kockázati tényezőt dolgozták ki (*de Smedt, 1992*):

$$K = \frac{T}{t_a} \quad (16)$$

T a szennyező felezési ideje, t_a az az időtartam, ami alatt a szennyezés eléri a vízbázist. Ez – adszorbeálódó szennyező figyelembevételével – az átlagsebesség

$$U_a = \frac{H}{t_a} \quad (17)$$

egyenletéből fejezhető ki, ahol H a vízbázis felszín alatti mélysége; (17)-ből (5) figyelembevételével:

$$t_a = R \frac{H}{U} \quad (18)$$

Utóbbi egyenletet (16)-ba helyettesítve a kockázati tényező végleges alakja:

$$K = \frac{UT}{RH} \quad (19)$$

A peszticideket a növények felvehetik a talajból, a gyökereken és/vagy a talaj fölötti zöld állományon keresztül; a továbbiakban csak a gyökéren át történő felszívódás esetével foglalkozunk. Ennek időkorlátja két időtartamtól függ: a peszticidnek a gyökér aljáig történő behatolási idejétől és a gyökéraktivitás időtartamától (ez nagyjából a tenyészidővel egyenlő). Nyilvánvaló ugyanis, hogy a növénybe a gyökereken keresztül csak a tenyészidő alatt, vagy a gyökér aljáig való behatolási ideje alatt juthat be a peszticid. Ezért két kockázati tényezőt definiáltunk, az alábbiak szerint:

$$K' = \frac{t'}{T} \quad \text{és} \quad K'' = \frac{T}{t''} \quad (20)$$

ahol t' az az idő, ami alatt a peszticid a gyökér aljáig leszivárog, t'' pedig a tenyészidő. Az előzőek alapján nyilvánvaló, hogy $t = t_a$ a (14), vagy – közelítőleg

– a (14a) egyenlet alapján számolva, ahol y -értéknek a gyökér behatolási mélységét tekintjük.

Könnyen belátható, hogy K' értéke kicsi pl. homoktalajnál, ahol a gyors beszívargás miatt $t' \ll T$, de nagy a kötött talajoknál; K'' kicsi a rövid felezési idejű peszticideknél, ahol $T \ll t''$ és nagy a fordított esetben. Az effektív kockázati tényezőt úgy kell definiálni, hogy két feltételnek eleget tegyen: (1) mindkét kockázati tényezőt magába foglalja, (2) ha a két kockázati tényező közül az egyik lényegesen kisebb, akkor az effektív érték ennek közelében legyen. Ez utóbbi követelmény belátható, ha meggondoljuk, hogy pl. homoktalaj esetén, amikor a gyors beszívargás miatt a szennyezés hamar elhagyja a gyökérzónát (K' kicsi), akkor hiába hosszú a felezési idő (vagyis K'' értéke nagy), a peszticid jelenléte már nem jelent kockázatot, tehát az effektív kockázat kicsi. Ugyanakkor kötött talaj és rövid felezési idejű peszticid esetén, ahol t' nagy, tehát K' nagy, K'' pedig kicsi, ott ez utóbbi hatása kell, hogy érvényesüljön az effektív kockázati tényező értékében. Az (1) és (2) feltétel analóg a radioaktív anyagok élő szervezetből történő kiürülésének jellemzésére használatos ún. effektív felezési időnél megadott feltételekhez. Az effektív felezési (kiürülési) idő (T_{eff}) a fizikai lebomlás felezési ideje (T_f) és a biológiai felezési idő (T_b) alapján a következőképp számolható (Boeker-Grondelle, 1994):

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_f} + \frac{1}{T_b} \quad (21)$$

Az így számolt effektív felezési idő mindig a kisebbik értékhez közelebbi, ha T_f , vagy T_b bármelyike lényegesen kisebb a másiknál, ha pedig a két felezési idő azonos nagyságrendbe esik, akkor az effektív érték nagyjából a számtani közép fele. (Könnyű észrevenni, hogy a fenti egyenlethez hasonlóan számoljuk a párhuzamosan kapcsolt elektromos ellenállások eredőjét – ott is a kisebbik ellenállás meghatározó az effektív ellenállás értékénél.) Az ismert analógiák alapján a következőképpen definiáltuk az effektív kockázati tényezőt:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K'} + \frac{1}{K''} \quad (22)$$

Ha a (22) egyenletbe behelyettesítjük a (20) szerinti értékeket, azonos átalakítások után az effektív kockázati tényezőre a következő összefüggést kapjuk:

$$K = \frac{Tt'}{t't'' + T^2} \quad (23)$$

A különböző esetekben várható kockázati tényező-értékek szemléltetésére három példát mutatunk be:

1. *Homoktalajba történő beszívargás.* A beszívargás időtartama: $t' = 0,1$ nap; a peszticid felezési ideje: $T = 30$ nap; a tenyésztési idő: $t'' = 90$ nap. A (20) egyenletek alapján $K' = 0,0033$, $K'' = 0,33$, (23) alapján $K = 0,0033$, tehát a kisebbik kockázati tényező érvényesül és a gyors beszívargás miatt a kockázat kicsi (a peszticidnek nincs ideje felszívódni a gyökéren át).
2. *Kötött talajba történő beszívargás.* A beszívargás időtartama: $t' = 120$ nap; a peszticid felezési ideje: $T = 10$ nap; a tenyésztési idő: $t'' = 90$ nap. A (20) egyenletek alapján $K' = 4$, $K'' = 0,111$, (23) alapján $K = 0,110$, tehát a kisebbik kockázati tényező érvényesül – a peszticid gyors lebomlása miatt a kockázat kicsi, a lassú beszívargás ellenére.
3. *Kötött talajba történő beszívargás.* A beszívargás időtartama: $t' = 120$ nap; a peszticid felezési ideje: $T = 120$ nap; a tenyésztési idő: $t'' = 90$ nap. A (20) egyenletek alapján $K' = 1$, $K'' = 1,33$, (23) alapján $K = 0,57$. Itt K' és K'' azonos nagyságrendbe esik, az effektív K pedig a számtani közép feléhez közeli érték.

A 3. és a 2. példa közötti különbség egyedül a peszticid felezési ideje. A hosszabb felezési idő (3. példa) – a várakozásnak megfelelően – szignifikánsan nagyobb kockázati tényezőt eredményez.

A paraméterek bizonytalansága

A talajok hidraulikai paraméterei, mint a k szivárgási együttható, vagy az n hézagterefogat a legtöbb esetben csak igen nagy bizonytalansággal határozhatók meg. Ráadásul az ún. fizikai talajféléseket (pl. *iszapos homok, agyagos iszap, stb.*) sokszor nehéz azonosítani a mezőgazdasági talajokkal (pl. *csernozjom, barna erdei talaj stb.*)

A mérgező anyagok tulajdonságainak egyik frekvenciált információforrása az *Extoxnet* weboldal, tulajdonképpen a mérgező anyagok internetes adatbázisa. Ennek alapján adjuk meg néhány gyakrabban használt peszticid jellemző paramétereit az 1. táblázatban. Látható, hogy a felezési idő értékében igen nagy a szórás. A megoszlási tényező ugyancsak széles értéktartománya a táblázat adataiból nem látható

1. táblázat

Peszticid	Felezési/lebomlási idő (nap)	Particionálási tényező (K_{od})	Megoszlási tényező (K_d)
Diuron	30...365	480	nincs adat
Acetoklór	56...84	nincs adat	3,03
Simazin	28...149	130	1,96
Klórpirifosz	60...120	6070	4,699
EPTC	6...32	200	3,204

A megoszlási tényező a „klasszikus” módszer (*Jackson, 1980*) szerint az ún. particionálási tényező (ld. táblázat) és a talajban lévő szerves anyag részarányának szorzata. Ennek ellenére a megoszlási tényezőt sok esetben egyetlen számértékkel adják meg (pl. a táblázat alapjául szolgáló, említett web-oldalon is, ami igen megtévesztő. K_d értéke a tapasztalat szerint egyéb paraméterektől (pl. a talaj agyagtartalmától és pH-értékétől) is függ. (*Weber és mások, 2003*) irodalmi adatokra épülő részletes elemzésük során több mint 50 peszticidre empirikus összefüggéseket állapítottak meg a fenti tényezők hatásának figyelembevételére. Példaképpen idézzük simazinra és diuronra megadott empirikus egyenleteiket:

$$\text{simazin: } K_d = 5.3 + 0.2(OM) + 0.02(Cl) - 0.73(pH) + 0.7$$

$$\text{diuron: } K_d = -1.4 + 3.26(OM) - 0.1(OM)^2 + 1.1$$

ahol OM a szerves anyag (organic matter) részaránya, Cl az agyagtartalom (clay) részaránya. Mind a lebomlás, mind az adszorpció paramétereinek bizonytalanságát illetően utalunk a bevezető fejezetben részletezett mechanizmusokra.

Összefoglalás, következtetések

Jelen dolgozatban bemutatott módszerünk lehetővé teszi, hogy a felhasználó becslést végezzen a különböző növényvédő szerek gyökéren át történő felszívódásának kockázatára. A K kockázati tényező értelmezésünk szerint a haszonnövény által felvehető peszticid-mennyiséggel arányos, értéke a (23) egyenlet alapján becsülhető. K valójában a (21) egyenlettel definiált két kockázati tényező (K' és K'') kombinációja, ahol K' a beszivárgás időtartamának, K'' pedig a gyökéraktivitás időtartamának a peszticid lebomlási idejéhez viszonyított arányát fejezi ki. A K' -érték meghatározásához szükséges t' beszivárgási időtartam a (14), vagy közelítőleg a (14a) egyenlettel becsülhető. Mint fentebb utaltunk rá, a peszticidek adszorpcióját és bomlását jellemző paraméterek bizonytalansága igen nagy; ugyanez mondható el az egyes talajféleségek hidraulikai paramétereiről. Következésképp a K kockázati tényező bizonytalansága is nagy. A különböző talajok, növényfajták és peszticidek kombinációjára számított K -értékek egymáshoz viszonyított értékei azonban (a szcenárió-modellezéshez hasonlóan) reális összehasonlítási lehetőséget adnak, amelynek alapján kiválasztható az adott esetre legkisebb kockázatot jelentő növényvédő szer. A kutatás még korántsem tekinthető befejezettnek. A következőkben a módszer részletes kidolgozását tervezzük konkrét talajféleségekre, növénykultúrákra és peszticidekre. További lépés a kockázati tényező bizonytalanságának (szórásértékének) meghatározása a többi paraméter szórásának függvényében. A végső cél olyan megbízható összehasonlítási eljárás kidolgozása, amelynek segítségével a termelők

kiválaszthatják adott talaj és növénykultúra esetén azt a növényvédő szert, amely a legkisebb egészségi kockázatot jelenti a fogyasztók számára.

Hivatkozások

- Racskó J. – Budai L.: Az ökológiai tényezők hatása a gyomirtó szerek (herbicidok) hatékonyságára és hatásosságára. *Mezőhír (Mezőgazdasági szaklap)* 2004/3.
- Virág, D.: Pesticidok fotodegradációs mechanizmusának elemzése és lehetséges biológiai hatásának modellezése. XXVII. OTDK díjazott hallgatóinak dolgozatai, EKF Líceum Kiadó, Eger, 2006.
- Virág, D., Kiss, A.: Comparative studies to model bioavailability of pesticides in distinctive soil types. *Acta Agraria Debreceniensis*, 2007.
- Szováti, K., Kiss, A., Murányi, Z., B. Tóth, Sz., Virág, D.: Comparative examination on model systems of pesticides' biological uptake. Transactions of XIII. Symposium on Pesticide Chemistry, Piacenza, Italy, 2007.
- <http://extoxnet.orst.edu.htm> (Toxikus anyagok nemzetközi adatbázisa.)
- Bear, J.: Dynamics of fluids in porous media. Elsevier, New York, 1972.
- de Smedt, F.: Groundwater pollution. Laboratory of Hydrology, Free University of Brussels, 1992.
- Clark, M. M.: Transport modeling for environmental engineers and scientists. *Wiley Interscience Publication, New York*, 1996.
- Jackson, R. E. (ed.): Aquifer contamination and protection. UNESCO, Paris, 1980.
- Ujfaludi, L.: Longitudinal dispersion tests in non-uniform porous media. *Hydrological Sciences Journal*, 1986. No. 12.
- Ujfaludi, L.: Terepkísérletek a Szigetköz szivárgási viszonyainak feltárása céljából. *Kutatási zárójelentés, VITUKI, Budapest*, 1986.
- Boeker, E., van Grondelle, R.: Environmental Physics. John Wiley & Sons, New York, 1994.
- Weber, J.B., Wilkerson, G.G., Reinhardt, C.F.: Calculating pesticide sorption coefficients (K_d) using selected soil properties. *Cemosphere* 55 (2004) pp. 157–166.

VARÁZSTORONY AZ EGRI LÍCEUMBAN

Vida József

Eszterházy Károly Főiskola, Fizika Tanszék

Abstract: The Magic Tower's work of nonformal-informal scientific knowledge is important for primary school and high school student age group, where the popularity level of the scientific subjects is low. Especially actual through the scientific crisis phenomenon of the higher education: from a year onto a year low on the expectations of the Ministry of Education and the labour-market onto the scientific academic specialisations candidates' proportion what is explicable largely with it, that a number institution cannot acquaint or endear natural sciences with the students efficiently. The Scientific Career Orientation and Methodology centre serve the compensation of this process among other things.

The Varázstorony (Magic Tower) three-year history of operation and the inherent difficulties of writing are summarized in the following.

Történeti múlt rövid áttekintése

A Csillagásztornyot, melynek eredeti neve *Specula*, 1764-ben gróf *Eszterházy Károly* (1725–1799) egri püspök alapította a tervezett egyetem egyik intézményeként oktatási és kutatási célokra. A maga korának legjobb és – a lehetőség szerinti – legnagyobb csillagászati műszereit *Hell Miksa* magyar születésű, bécsi császári, királyi udvari csillagász, az akkori idők neves bécsi és londoni távcső-készítő mestereitől rendelte meg. A toronyban a csillagászati megfigyeléseket 1776-ban kezdték el. [1]

Az egri *Specula* épülete és berendezése jellegzetes 18. századi Közép-európai obszervatórium. Ilyen torony épült Bécsben, Berlinben, Mannheimben, Nagyszombatban. Ezek közül, a régi korok csillagászatának emlékeként ma már csak a mannheimi és az ötvenhárom méter magas egri csillagásztorony áll. Sajnos a tervezett oktatási célok különféle politikai okok miatt nem valósulhattak meg, s néhány évtized elteltével a műszerek elavultsága a kutatási munkák folytatását is ellehetetlenítette.

A Csillagászati Múzeum

Az eredeti műszerek kiállítása tekinthető meg a Csillagászati Múzeumban, amely a II. Világháborút követően a főiskola (líceum) épülete tornyának helyreállításával, 1966-ban újult meg. Ekkor került a két évszázados berendezés többsége részben már restaurálva – az eredeti helyére. Legnagyobb történeti érdekessége, hogy itt olyan műszereket láthatunk, amelyeket a 18. században Greenwichben is használtak, de ott ma már azok nincsenek meg. Magyarországon és Európában is egyedinek számító gyűjtemény, csak Edinburghban található hozzá hasonló és folyamatosan megtekinthető kollekció.

Különlegessége az egri csillagászati dél időpontját jelző *Délvonal* (Línea Meridionális); a *Dollond-féle távcsövek* (amelyek az 1770-es 80-as években készültek Londonban P. Dollond műhelyében a liceum dísztermének 1781-ben festett mennyezeti freskóján is látható az egyik távcső); az *Ágyús napóra* (egyik legnépszerűbb kiállítási tárgy puszkapor robbanásával jelezte a helyi dél idejét); a *Periszkóp* (Camera Obscura, amely mint egy nagy fényképezőgép a besötétített szoba fehér asztallapjára vetíti ki a barokk város élő képét). További kiállítási helyek és tárgyak: a *Csillagász melegedője* (a korhűséget mesterien utánzó használati eszközökkel); a *Nagy fali kvadráns* (a Múzeum legnagyobb műszere); *hordozható kvadráns*; *Csillagászati ingaóra* (hőmérséklet kiegyenlítő rácsingával); különböző *Dollond távcsövek*; *klasszikus Newton-rendszerű távcsövek*; *Hadley szerelésű Newton távcső*; *Gregori-féle tükrös távcső*; *Angol szerelésű parallaktikus távcső*; *Passage távcső*; *Ekvatoriális távcső* (a torony legmagasabb helyiségében, a kupolában van felállítva). A gyűjtemény legtöbbje a 18. század végéről, néhány a 19. század elejéről való. [2] [3]

A mai kiállítást Európa-szerte nevezetessé teszi, hogy eredeti helyükön mutatja be az 1700-as évek végének csillagvizsgálóját. A majdnem két és fél évszázados kultúrtörténeti emlékek élményszerű bemutatásával kívánjuk felhívni minden érdeklődő figyelmét gazdag tudományos örökségünkre.

A kiállítási hanganyagok nyelve magyar, angol és német. Tájékoztató prospektusokat két nyelven (magyar és angol) kaphatnak kézbe a látogatók, kiállított csillagászati eszközök fényképeit, csillagtérképeket lehet vásárolni.

A jelenlegi infrastruktúrát jellemzi a felbecsülhetetlen értékű szellemi és tárgyi Eszterházy hagyaték, amihez sokszínű, ám szétszórott, részleges fejlesztések kapcsolódnak.

Szeretnénk elérni, hogy ne csak a múlt szépségeit vizsgáljuk, hanem ezen hagyományok beépülésével a jövő nemzedékét tudjuk a természettudományok felé vonzani. Pályázatok útján kívánunk korszerűsíteni, elektronikus fejlesztéseket végezni, iskolabarát múzeumi programokat, múzeumpedagógiai foglalkozásokat beállítani.

Jelenlegi formájában a kiállítóhely szűkös, az ajtók, és ablakpaletták nem megfelelő záródása miatt a szél ki-be jár a terembe, hangos zúgásával sokszor elnyomja a tárlatvezető hangját. A kiállítási anyag restaurálásra szorul, az installációk idejét múltak. A tárlat tovább nem, vagy csak néhány eszközzel bővíthető, melyek hiányosan, darabjaikban az Országos Műszaki Múzeumban raktáron találhatók meg, felújításukra egyelőre nincs fedezet.

A Varázstorony létrehozása

A Liceum épületében a 2006 áprilisában Dr. Hauser Zoltán rektor támogatásával és minisztériumi pénzek felhasználásával – a Főiskola Természettudományi Kara, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Heves Megyei Csoportja és a TIT Bugát Pál Egyesület együttműködésével – létrehoztuk a világban ma több helyen is működő „Hand'-on science” múzeumok mintájára a természettudományos **Varázstermet**. [4] A teremben kiállított fizikai eszközök a látogatók által működésbe hozhatók, azaz mindenki kedvére kísérletezhet. Szakmai körökben köztudott, hogy a tudomány széleskörű megértését a „kézzel fogható” kipróbálva tanulás nagyban elősegíti. A Varázsterem módszertana a maga nevében egyedül álló ma Magyarországon: az eszközök egyéni kipróbálását egy ismertető előzi meg az eszközök fizikai elvének és használatának magyarázatával. Így még inkább érthetővé válnak a kísérletek által közvetített természeti törvényszerűségek, melyeket aztán a látogató maga is megtapasztalhat. A természettudományok ilyen formában történő népszerűsítése hiánypótló volt az Észak Magyarországi régióban.

A toronyépületben eddig is működő Csillagászati Múzeum, Camera Obscura (periszkóp) és az újonnan létesített Varázsterem összefoglaló neve **Varázstorony** lett. [5]

A Varázstorony természettudományos ismereteket népszerűsítő munkája fontos az általános és középiskolás tanulók számára, mert körükben a természettudományos tantárgyak kedveltségi szintje alacsony. A népszerűsítő feladat aktuális a felsőoktatás természettudományos „válságjelensége” révén is: évről évre alacsony, az oktatási tárca és a munkaerő-piaci elvárások várákozásain aluli a természettudományos szakokra jelentkezők aránya, ami részben magyarázható azzal is, hogy a diákokkal számos intézmény nem tudja hatékonyan megismertetni és „megszerettetni” a természettudományokat. Többek között ennek a folyamatnak a részleges ellensúlyozását szolgálja múzeumunk. A megnyitástól 2009 júniusáig 76 469-en látogatták meg a Varázstornyot, s a látogatók 60%-a diák volt.

Év	Régiónból érkező diák	Távolabbról érkező ma- gyar diák	Tanár	Régiónból érkező turista	Távolabbról érkező ma- gyar turista	Külföldi turista	Össz.
2006	2620	7603	810	1559	4730	1858	19180
2007	3045	9053	1480	1028	4129	2012	20747
2008	5232	9233	1630	982	5645	2468	25190
2009*	1215	7500	902	650	800	285	11352
Össz.	12112	33389	4822	4219	15304	6623	76469

(*A 2009-es év adatai csak az első félévre vonatkozik.)

A Varázsterem eszközei érdekesek, látványosak, amiben nagy része van annak, hogy a kísérleti eszközök interaktív jellegűek. Az eszközök között a különböző korosztályok, ill. a különböző felkészültségű látogatók is találnak maguknak érdekességeket. Szakmai tanári munkaközösségeknek is nyújt programot rendhagyó órák, tanári továbbképzések alkalmával. Az előzőekben említetteknek köszönhetően a látogatottság évről évre növekvő tendenciát mutat.

A látogatói létszám növekedése ellenére a Varázstorony képtelen önfenntartóként működni. Az elvonások, a közalkalmazotti státuszok fenntartása, a tárlatvezetést végző hallgatók órabérei, valamint a 2008-ban és 2009-ben bevezetett, járulékokkal megterhelt személyi kifizetések ezt lehetetlenné teszik. Be kell látni a főiskola vezetésének, hogy egységünk nem termelőüzem, ennél fogva a működtetésben megvalósítandó célok az anyagi érdekek felett kell, hogy álljanak. Példaként felsorakoztathatjuk Magyarország többi hasonló intézményét, amelyek nonprofit módon, támogatással működnek. Sajátos probléma még, hogy a gazdálkodási év során a bevételek jelentős hányada az év közepére esik. Ennek következtében az év elején a kiadások lényegesen magasabbak a bevételeknél, ami a folyamatos gazdálkodást nehezíti.

Elengedhetetlen a jövőbeli fejlesztés, melynek haszonélvezői a különböző életkorú iskolás csoportok, pedagógusok és a városba látogató turisták köre. Éppen ezért szükség van az újraértelmezésre, az érdeklődést felkeltő és fenntartó bemutatókra. Ehhez véleményünk szerint korszerű épület- és eszközrendszerre, valamint sok-sok szakmai, múzeumpedagógiai és szolgáltató programra van szükség.

A Planetárium beállítása

Dr. Kis-Tóth Lajos rektorhelyettes indítványozására és pártfogása alatt pályázati pénzből 2007 augusztusában a Varázsterem északi felében elkezdődött egy

6 méter átmérőjű kupolával, 35-40 fő befogadóképességgel rendelkező francia gyártmányú planetárium kiépítése, amely decemberre fogadó kész lett a nagyközönség számára.

A Planetárium vezetője *Dr. Ujfaludi László* a fizika tanszék egyetemi tanára lett, ő szerkeszti a műsorokat, és ő irányítja, szervezi a programokat, gyakran vezet műsorokat is. Fontos szerepet kap technikai jellegű feladatokban *Zoller Gábor* fizikatanszéki demonstrátor, aki nem csak a planetáriumi, hanem a többi toronybeli technikák felelőse és szakértője, szükség esetén tárlatvezetést és planetáriumi műsort is vezet. Ezen kívül két, a csillagvetítő gép kezelését jól ismerő, és a csillagászati ismeretekben jártas hallgatónk is kap lehetőséget programok levezetésében. Az elkövetkező időszakban *Dr. Ujfaludi László* által földrajz szakos hallgatónak tartott speciálkollégium hallgatói is vállalkozhatnak ilyen feladatokra.

A világ minden táján a planetáriumok elsődleges feladata az ismeretterjesztés, mi is ezt tekintjük legfőbb tevékenységünknek. Az utóbbi évtizedekben alapvetően megváltozott a világegyetemről alkotott képünk. Az átlagember nem tudja követni a gyors változást, világképe zavaros, kiforratlan, bizonytalan. Fontos feladatnak tekintjük, hogy látogatóink számára valamelyes rendet teremtsünk ebben a zűrzavarban, világos és áttekinthető képet adjunk az Univerzumból, benne az ember helyéről és küldetéséről. Ezt a célt egymással logikusan összefüggő, de önmagukban is kerek egészet adó planetáriumi műsorok sorozatával kívánjuk megvalósítani. A világegyetemről kialakult modern tudományos elméletek logikusak, átfogóak, közvetett módon és eszmei értelemben „szépek”. Ugyanakkor a modern űrtávcsövek, űrszondák távoli objektumokról és eseményekről közvetített képei utolérhetetlen esztétikai élményt adnak, a szépség új dimenzióit nyitják meg a szemlélő előtt. Ezt az élményt is szeretnénk megosztani látogatóinkkal. [6]

Planetáriumi előadásaink 45 percesek. Jelenleg két program fut. Az „*Utazás a Föld körül – A csillagos ég változó arculata*” c. műsorban a látogatók a csillagok mozgását, a különböző csillagképeket és azok nevezetes objektumait ismerhetik meg az Északi-sarktól a Déli sarkig tartó virtuális utazás közben. „*A Stonehenge-től Newtonig – Barangolás a csillagászat történetében*” című, a Csillagászat Nemzetközi Éve alkalmából készített műsorban a nézők megismerkedhetnek a csillagászat történetének legfontosabb eseményeivel, a kőkorszaktól Newton és Herschel munkásságáig. A korhű zenei aláfestéssel kísért műsor végén a nézők a csillagos ég alatt meghallhatják a „szférák zenéjét” is. [6] Mindkét előadás élő és konzerv változata is elkészült.

A távolabbi terveink között szerepel különböző célcsoportoknak (egyetemi hallgatótól óvodás korú gyermekekig, felnőtteknek stb.) szánt szakmai és oktatási programtípusok elkészítése, múzeumpedagógiai órák szerkesztése. A Planetárium műsorait a mai napig közel 3500-an látták, közülük 2500 diák volt. Mivel

a Planetárium a Varázsteremmel egy helyiségben van, planetáriumi műsorok csak a múzeumi látogatási időszakokon kívül szervezhetők. Ezzel indokolható a viszonylag szerény látogatottság.

A planetáriumi programokat technikai problémák miatt nem mindig tudjuk gördülés-mentesen végigvezetni, ugyanis a planetáriumi vetítőgép működése műszakilag kifogásolható. Műsorvezetés közben gyakorta előfordul, hogy kialszik valamelyik félteke vetítő lámpája. A hibát alkalmanként szervizeléssel orvosolják, ennek ellenére újra és újra előjön ez a rendellenesség. A konzerv műsorok működtetésénél ez a technikai probléma különösen nagy gondot jelent, mert a hiba megjelenésétől a felmondott szöveg és a vetített kép szinkronja szétesik, és ettől kezdve a konzerv műsorvezetésről át kell állni manuális vezérlésre. [7]

A főiskola szenátusa a Planetáriummal kiegészült Varázstoronynak a jelen és jövőbeli tevékenységét jobban kifejező („hivatalos”) *Természettudományi Pályaorientációs és Módszertani Központ* nevet adta. Dr. Liptai Kálmán dékán kezdeményezésére a központ a természettudományi kar kezelése alá került. Ezt követően nevezték ki Dr. Vida Józsefet a fizika tanszék tanárát a központ vezetőjének.

Rendhagyó órák

Célunk a múzeumok oktatási-képzési szerepének erősítése és az iskolabarát szemléletű megújulásukhoz szükséges infrastrukturális háttér megteremtése. A Varázstoronyban jelenleg is igen összetett múzeumpedagógiai lehetőségeket biztosítunk, amelyeknek egyik központi elemét a rendhagyó órák jelentik. Földrajzból 11, kémiából és fizikából 6-6, biológiából 5 rendhagyó foglalkozás tervét dolgoztuk ki. A fizikai és kémiai kísérleti bemutatóknak több mint tíz éves hagyománya van a főiskolán. Az általános- és középiskolás diákok, főiskolai hallgatók, érdeklődők és szakemberek egyaránt részesei lehetnek/lehetnek a tudományt népszerűsítő bemutatóknak.

A rendhagyó órák többségét a természettudományi kar termeiben, gyakorló területein tartjuk, de vannak esetek, amikor kérésre az előadók mennek ki egri és vidéki helyszínekre. Ez utóbbi esetben különösen nagy gondot okoz az előadók számára a kísérletes bemutatókra történő eszközszállítás.

Külön probléma, hogy a torony területén jelenleg nincs megfelelő tér a rendhagyó órák megszervezéséhez. A Varázstoronyba látogató csoportok a természettudományi kar helyszínére való feljutás nehézségei miatt viszonylag ritkán veszik igénybe ezt a szolgáltatásunkat. [8]

Működtetés

Két közalkalmazotti státusszal rendelkező dolgozónk van. *Vasné Tana Judit* szakképzett tárlatvezető, ő a Csillagászati Múzeum szakképzett tárlatvezetője. *Bíró János*, főiskolánk volt hallgatója, jegykiadással és az előre bejelentkezett csoportok regisztrációjával foglalkozik. A Varázsteremben a vezetést (kísérletek bemutatását) és a Periszkóp működtetését főiskolai hallgatók látják el, hallgatói órabérért. Így biztosítunk gyakorlati terepet számukra nemcsak természettudományi BSc-s, de idegenforgalmi, nyelvi és kommunikáció stb. szakirányon tanuló hallgatóknak is. Hallgatók helyettesítik a két közalkalmazottat pihenő- és szabadnapjaikon, valamint szabadságuk ideje alatt.

A Varázsteremben egyszerre két hallgató dolgozik. A tárlatvezetéshez (eszközök bemutatásához, működtetéséhez és a felügyelethez) a két ember jelenléte feltétlenül szükséges. Különösen így van ez a tanulmányi kirándulások időszakában, amikor nagy létszámú csoportok látogatnak fel a toronyba.

Gyengeségek: Az ügyeletet ellátó hallgatók szakmai felkészültsége nem kielégítő, hiszen természettudomány szakos hallgató csak néhány van a tárlatvezetők között, ők sem fizika szakosok. A nagy látogatottság miatt az eszközök sűrűn cserére, javításra szorulnak, s a javítás sokszor több napi kiesést is jelent a meghibásodott eszköz esetében.

Az adminisztrációs feladatok egy részét a dékáni hivatal titkárnője, *Zobolyák Ivánné* látja el. Többek között ő szervezi meg a rendhagyó órákat, regisztrálja a planetáriumi látogatásokat, köti meg a hallgatókkal a munkaszerződéseket, készíti el a kötelezettségvállalásokat, iratokat fénymásol, tárol, gondoz.

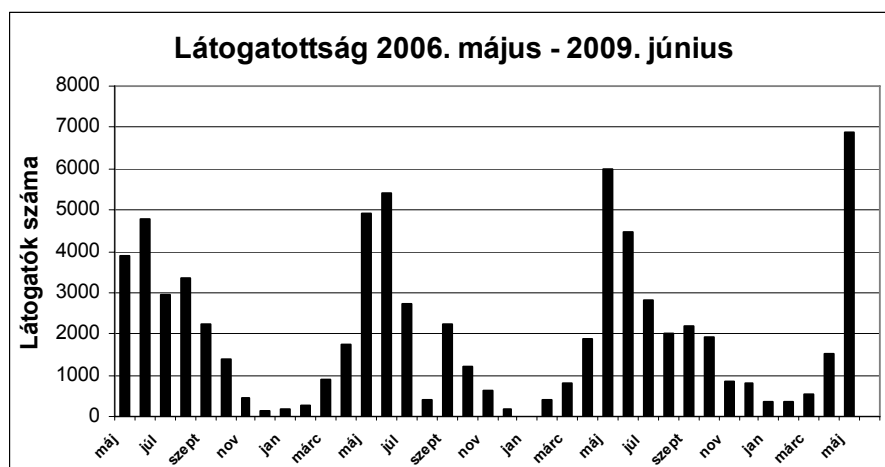
Látogatási rend

Csoportos látogatás esetén érkezési sorrendben követhetik egymást a csoportok, egy csoport létszáma maximum 25 fő lehet, nagyobb csoport esetén csoportbontást kell végezni. Előzetes telefonos bejelentkezés esetén az igényelt időpontban biztosítjuk a vezetést. A Varázstoronyban az átlagos látogatási idő 60-80 perc. Nyitvatartási rendünk változó. Tavasszal, nyáron és ősszel (március 15-től november 15-ig) hétfő kivételével minden nap 9.30-tól 15.30-ig, télen (november 16-tól december 21-ig, és január 31-től március 14-ig) csak szombaton és vasárnap vagyunk nyitva 9.30-tól 13.30-ig, december 22-től január 30-ig zárva tartunk. A téli nyitva tartás alatt hétköznapi napokon is fogadunk előre bejelentett (regisztrált) csoportokat. A Jegyvásárlás a líceum portája melletti jegyárusító helyen történik. Jelenlegi jegyárak diákoknak 650,- Ft., felnőtteknek 850,- Ft. A planetáriumi programokra külön belépőjegyet kell vásárolni, ott ugyanezek a jegyárak érvényesek. Ingyenesen látogathatják a Varázstoronyt

(beleértve a planetáriumi programokat is): tanulócsoportokat kísérő pedagógusok (pedagógus igazolvánnyal), iskoláskor alattiak és 70 év felettiek, a főiskola minden dolgozója és közvetlen családtagjai, a főiskola hallgatói, a gyakorlóiskola tanulói és tanárai, a főiskolai hivatalos vendégei, a hónap első vasárnapján diákok diákigazolvánnyal (korhatár: 26 életév) valamint fogyatékkal élők és kísérőik. [9]

Látogatottság

A Varázsterem megnyitásától kezdve regisztráljuk a látogatók számát. Erre a célra a Varázsteremben nyitottunk egy ún. „Hajónapló”-t, amelybe a teremben felügyelő hallgatók bejegyzik, hogy hányan és honnan érkeztek a vendégek. Ez a statisztika pontatlan: az eladott jegyek száma nem egyezik meg a látogatók számával, hiszen a látogatók egy része kedvezményesen, vagy ingyenesen léphetett be. Ezért 2009-től új és pontosabb kimutatást is készítünk, melynek vezetése a jegykiadó feladata. Ebben külön kategóriák szerint vesszük számba a fizető és ingyenes, a diák, a nyugdíjas, a turista stb. létszámadatait. Az alábbi grafikon a Varázsterem megnyitásától kezdve 2009 júniusával bezáróan havi lebontásban mutatja a látogatottságot.



A jellemző periodikusságon túl a csúcsidőszak látogatói létszámának évről-évre történő növekedését is megfigyelhetjük. A periódus téli hullámvölgyeinek részleges feltöltése is nehéz feladat, hiszen ez az időszak sem a turizmusnak, sem a tanulmányi kirándulásoknak nem kedvez. Újabban nagy létszámot vonzó programokkal próbáljuk kitölteni ezt a holt szezont. Pl. 2008-as év végén első ízben szerveztük meg a *Varázstorony vetélkedőt* heves megyei 7. osztályos tanu-

lócsoportoknak. A Csillagászat Nemzetközi Éve jegyében lebonyolított vetélkedőn ezernél több 13 éves tanuló vett részt. [10] A természettudományi karra járó hallgatóinknak, a főiskola és gyakorlóiskola dolgozóinak, tanulóinak, a partneriskolák tanulócsoportjainak tartott/tartandó bemutatókat szintén ezen időszakra próbáltuk/próbáljuk beiktatni.

A grafikon azt is jelzi számunkra, hogy a jelenlegi formában lehetne hatékonyabb a kommunikációs, marketing tevékenység, ezáltal a célcsoportok elérése. A honlapon rendelkezésre álló információk csekélyek, nem jelentenek kiemelt vonzerőt, és nem érik el kellő mértékben a célközönséget. Ebben védelmünkre szolgál, hogy anyagi lehetőségeink jelenleg is erősen korlátozzák ilyen irányú próbálkozásainkat. Az eddigi tapasztalatok alapján rendkívüli az érdeklődés a Varázstorony iránt az Észak-magyarországi régióban és az Egerbe látogató diákcsoportok körében. A jövőben pályázatokon keresztül múzeumpedagógiai foglalkozásokkal, infrastruktúrájának és eszközparkjának fejlesztésével a látogatói létszám növelése a célunk, úgy hogy egyenletesebbé váljon az év során a látogatottság. [11]

A kiemelt célcsoportok az általános és középiskolai diákok, akik leginkább nyitottak a természettudományok új módszerekkel történő bemutatására, és tantervükbe is hatékonyan beilleszthetők ezek a tartalmak. Fontosnak tartjuk a pályaválasztás előtt álló, potenciális természettudományos érdeklődésű hallgatók intézményünkbe vonzását a Bologna-folyamatban kialakított természettudományi BSc és MA szakokra. Így nem csak a 17-18 éves korosztály, hanem az MA szakok felé nyitott 21-22 éves korosztály megcélzása is feladat. Továbbra is feladatunknak tekintjük a jól felkészült, nyitott pedagógusok kinevelését: kísérő tanárként és önállóan látogató tanárként egyaránt – fontos, hogy a pedagógusok, tanárok ismerjék a múzeum által kínált lehetőségeket, és ez által szívesen vegyék azt igénybe iskolás csoportokkal is. Célcsoportunknak tekintjük a városba látogató turistákat, hiszen Eger kiemelt turisztikai központ (Magyarország 3. leglátogatottabb desztinációja), ahol a helyi vonzerők között is kiemelkedő szerep jut a Líceum épületének. Az utazási irodák honlapjain, és a magyarországi múzeumokat ismertető programfüzetekben megtalálható a Varázstoronyról szóló ismertetés.

PR tevékenység

A hosszú távú fenntarthatóságot az állandó üzemkésztség, az érdeklődési igényekhez igazodó fejlesztés biztosítja. Ezen túl a megfelelő PR munka. Az elmúlt három éves időszak alatt minden számottevő weblapon megjelentettük a Varázstorony részletes ismertetőjét. Négy szakfolyóiratbeli cikkben, három nemzetközi és két országos rendezvényen plenáris előadáson ismertettük a Varázstornyot, két sajtókonferencián volt lehetőség megszólalni, 11 rádióriport hangzott el a

Varázstoronnyal kapcsolatban (Kossuth, Petőfi, Katolikus, Eger, Klub), két Tv-s csatorna számolt be a működésünkről, készített riportműsort rendezvényeinken (Líceum Tv, Eger Tv, M1 híradója), egynapos program során interaktív jellegű bemutatót tartottunk a budapesti Művészetek Palotájában. A hazánkba látogató külföldiek számára írott német és angol nyelvű prospektusok hirdetik a Varázstorony programjait.

A Varázstorony népszerűsítését fokozni kívánjuk továbbra is különböző marketingkommunikációs eszközök, rendezvények szervezésével. A marketing tevékenység több résztevékenység révén valósul meg: honlap, szórólap, plakát, DVD és egy többnyelvű tájékoztató füzet elkészítését is tervezzük. Ezen csatornákon kívül különböző rendezvényeken történő megjelenésünkkel, programok szervezésével kívánjuk közelebb hozni a látogatókat (Kutatók éjszakája, Tudomány napja, vetélkedők, tanári továbbképzések stb.). A Varázstoronyhoz kapcsolódó ajándéktárgyak megvásárlására is lehetőség nyílik majd képeslap, ismeretterjesztő kiadványok, kisebb csillagászati tárgyak révén. [11] *A szolgáltatások biztosításához a személyi feltételek bővítésére is szükség van, amire a jelenlegi működtetési rendszerben nincs lehetőség.*

Jövőkép

A következő években cél a meglévő technikai feltételek korszerűsítése, a kísérleti eszközök bővítésével további interaktív terek kialakítása, természettudományos prezentációk beállítása és a planetárium további fejlesztése. A megvalósítás kapcsolódik az épület funkcióváltásához, a terület kialakítása a rekonstrukció része. [13]

További célunk a Varázstorony oktatási-képzési szerepének erősítése és az iskolabarát szemléletű megújuláshoz szükséges infrastrukturális háttér megteremtése. A fejlesztés során a múzeumok iskolarendszerű oktatáshoz, nonformális-informális képzési formákhoz, módokhoz kapcsolódó infrastrukturális és szakmai, módszertani fejlesztése történik majd meg.

A fő fejlesztési irányok: Infrastrukturális fejlesztés tereinek kiterjesztése és funkcióváltása; Új kísérleti és bemutatóeszközök beszerzése; IKT eszközök alkalmazása; A különböző életkorú (általános iskolás, középiskolás, főiskolai és egyetemista, felnőtt és időskorú) csoportok természettudományos – csillagászati, fizikai, biológiai, kémiai, földrajzi – ismereteinek bővítése, elmélyítése, készségeik fejlesztése a múzeumpedagógia eszközeivel; Szolgáltatásközpontú, látogatóbarát múzeum kialakítása a marketing, a szolgáltatások, és a humán erőforrás fejlesztésével. [12] [13]

Irodalomjegyzék

- [1] Bevilacqua-Borsody Béla: *A galanthai gróf Eszterházy Károly egri püspök által alapított egri egyetem csillagvizsgálójának története*, Stella (folyóirat) 4. évf. 101–143. old. 1929.
- [2] Bartha Lajos: *Csillagásztorony és Csillagászati Múzeum Egerben*, Technikatörténeti Szemle, 1967. 4. sz.
- [3] Zétényi Endre: *Az egri Csillagvizsgáló délvonala*, Föld és Ég, 1976. évi 6. sz.
- [4] Vida J.: *Természettudományos varázsterem az egri liceumban*, Acta Academiae Pedagogicae Agriensis, Nova Series Tom. XXXIII. (2006) 17–27. old.
- [5] Vida J.: *Természettudományos varázstorony Egerben*, Fizikai Szemle, 56. évf. 2006./6 202. o.
- [6] Dr. Ujfaludi László: <http://www.ektf.hu/ujweb/index.php?page=93>
- [7] Cosmodyssee III, User's handbook
- [8] Dr. Vida József: <http://www.ektf.hu/ujweb/index.php?page=95>
- [9] Dr. Vida József: <http://www.ektf.hu/ujweb/index.php?page=91>
- [10] Dr. Vida József: <http://www.ektf.hu/varazstorony/>
- [11] Társadalmi Infrastruktúra Operatív Program, Múzeumok iskolabarát fejlesztése és oktatási-képzési szerepének infrastrukturális erősítése c. pályázat, Kódszám: TIOP – 1.2.2/08/1
- [12] Eszterházy Károly Főiskola, Múzeumpedagógiai terv, 2008-2013. Összeállította: EKF Múzeumfejlesztési Bizottsága
- [13] EKF komplex Intézményi fejlesztési terv (TIOP 1.3.1. *A felsőoktatási tevékenységek színvonalának emeléséhez szükséges infrastrukturális és informatikai fejlesztések támogatása* „Líceum a természettudományért” c. pályázat)

A kötet szerzőinek e-mail címe

Leskó Gabriella:	leskogabi@ektf.hu
Katona Ildikó:	katona.i@freemail.hu
Pajtkóné Tari Ilona:	pajtokil@ektf.hu
Kárász Imre:	karasz@ektf.hu
Batta Gergő:	gergobatta@yahoo.com
Misik Tamás:	misikt@ektf.hu
Csutorás Csaba:	csuti@ektf.hu
Rácz László:	rleger@ektf.hu
Záray Gyula:	kemia@ektf.hu
Ujfaludi László:	ujfaludil@t-online.hu
Vida József:	vidajo@ektf.hu