

ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 58.

NUMBER 1.

Mosonmagyaróvár
2017



SZÉCHENYI
ISTVÁN
EGYETEM



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



Mosonmagyaróvár

VOLUME 58.

NUMBER 1.

2017

SZÉCHENYI ISTVÁN UNIVERSITY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

Közleményei

Volume 58. Number 1.

Mosonmagyaróvár

2017

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

Bali Papp Ágnes Jolán PhD	Pinke Gyula PhD
Hanczné Dr Lakatos Erika PhD	Reisinger Péter CSc
Hegy Judit PhD	Salamon Lajos CSc
Kovács Attila József PhD	Schmidt János MHAS
Kovácsné Gaál Katalin CSc	Schmidt Rezső CSc
Manninger Sándor CSc	Szalka Éva PhD <i>Editor-in-chief</i>
Molnár Zoltán PhD	Varga László PhD
Nagy Frigyes PhD	Varga-Haszonits Zoltán DSc
Neményi Miklós CMHAS	Varga Zoltán PhD
Ördög Vince DSc	

Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 58. No. 1.:

Beke Dóra, Csatai Rózsa, Gyurácz József, Gyüre Péter, Hegyi Judit, Horváth Eszter, Kiskó Gabriella, Lángné Molnár Márta, Kovács Norbert, Milics Gábor, Mohácsiné Farkas Csilla, Molnár Zoltán, Neményi Miklós, Pocsai Károly, Szabó Ferenc, Szathmári László, Szűcs Endre, Tóth Tamás

Linguistic checking of manuscripts by/A kéziratok anyanyelvi lektorai

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 58. No. 1.:
Charles Seddon, Penny Colin, Richard von Fuchs

Cover design/Borítóterv: Andorka Zsolt © 2000
Competitor-21 Kiadó Kft., Győr

Address of editorial office/A szerkesztőség címe
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.



Angol telivér kancák A- és E-vitamin, valamint szelén ellátottságának vizsgálata

PARÉJ JUDIT - PONGRÁCZ LÁSZLÓ - BALI PAPP ÁGNES

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Állattudományi Tanszék

Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szaporodásbiológiára gyakorolt hatásuk miatt a kancák A- és E-vitamin, valamint szelén ellátottsága rendkívül fontos. A lovak vitamin és ásványianyag-igényét több tényező módosíthatja. Ilyen befolyásoló tényező lehet az állat igénybevétele, a fajta, az ivar, az évszak, az állat kora és esetleges vemhessége, vagy különböző betegségek. Munkánk során a szaporodásbiológiai státusz, illetve a kancák korának függvényében vizsgáltuk az A-vitamin, az E-vitamin és a szelén ellátottságot két egymást követő évben. Az A-vitamin ellátottság mindkét évben az üresen maradt állatok esetén átlag alatti, és minden más csoportnál alacsonyabb, ezt követik a még vemhes anyák értékei. 2011-ben a szűz kancák A-vitamin ellátottsága volt a legkedvezőbb (0,54 $\mu\text{mol/l}$), a 2012-es évben pedig a szoptató kancák A-vitamin ellátottsága volt kiemelkedően magas (0,63 $\mu\text{mol/l}$). E-vitamin ellátottság tekintetében a 2011-es évben a szűz kancák csoportjának értékei (12,26 $\mu\text{mol/l}$) voltak a legmagasabbak, míg 2012-ben a szoptató kancák értékei (11,45 $\mu\text{mol/l}$) jóval meghaladták a szűz állatok (9,60 $\mu\text{mol/l}$) és a még vemhes kancák (10,46 $\mu\text{mol/l}$) csoportjának eredményeit. A vizsgált csoportok szelén ellátottsága mindkét évben a szoptató kancák csoportjánál volt a legkedvezőbb (2011-ben 128,00 $\mu\text{g/l}$, 2012-ben 106,55 $\mu\text{g/l}$). Összességében elmondható, hogy a vizsgált állatok A-vitamin és E-vitamin szintjének átlaga – kivéve az üresen maradt kancák

csoportját – határérték feletti. A szelén szintje ugyan átlagosan meghaladja fiziológias alsó küszöbértéket, ám egyedenként gyakran előfordult kismértékű szelén hiány. Emiatt állomány szinten is érdemes volna szelén-kiegészítést alkalmazni.

Kulcsszavak: A-vitamin, E-vitamin, szelén, kanca, szaporodásbiológia

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A vitaminok olyan komplex szerves vegyületek, melyek nélkülözhetetlenek a normális anyagcsere szempontjából. Nem kielégítő ellátottság esetén különböző hiánybetegségek lépnek fel.

A szaporodásbiológiai funkciókra az A- és E-vitamin, és mint mikroelem a szelén gyakorolja a legnagyobb hatást.

AZ A-VITAMIN SZEREPE, FORMÁI, ÉS FORRÁSA

Az A-vitamin a különböző retinoidok általános elnevezése. A leggyakoribb formájuk a szervezetben a retinol, a retinal és a retinolsav (Crandell, 2000). Az A-vitamin látásra, szaporodásra, embriógenézisre és a növekedésre gyakorolt hatása közismert (Blackley és Bell, 1994; Greiwe-Crandell és Kronfeld, 1995; Greiwe-Crandell et. al., 1997; *www*⁵). Hiánya látásromlást, csontfejlődési, szaporodásbiológiai és növekedési zavarokat okoz, illetve következményeként az immunrendszer gyengülése jelentkezhet (Crandell, 2000; *www*⁴).

A növényi szövetekben A-vitamin nem található, de provitaminjai – a karotinok – számos formában fellelhetők. A biológiai aktivitását tekintve a β -karotin a legkedvezőbb.

A β -karotin jelentős mennyiségben található a zöldségekben, amely az emésztés során alakul át A-vitaminná (*www*⁵). Transzformációja során 1 mg β -karotinból mintegy 0,01-0,05 mg A-vitamin keletkezik. Az előanyag A-vitaminná alakulását számos tényező befolyásolja, úgymint az életkor, az aktivitás, a felvett karotin, a környezet hőmérséklete és az egyed reprodukív státusza (Crandell, 2000).

A legelők minősége szezonálisan változó: nyár végén és ősszel alacsonyabb a karotinok szintje, mint az év többi időszakában, így a legeltetett állatoknál mérhető A-vitamin szintek ennek megfelelően változóak lehetnek (*Greive-Crandell et. al.*, 1995; *Greive-Crandell et. al.*, 1997; *Mäenpää et. al.*, 1988; *www*⁴). A friss zöldtakarmányok bár kiemelkedő forrásai a β -karotinoknak, mégis, a kaszálást követő száradás során karotin tartalmuk jelentős részét, mintegy 85%-át az első 24 órában elveszítik, az ezt követő tárolás során újabb 7% a veszteség (*www*⁵).

A természetes β -karotinokkal szemben a szintetikus A-vitamin források nehezebben szívódnak fel (*Hintz*, 2000). A megfelelő A-vitamin szint jó minőségű legelővel, illetve lucernaszénával biztosítható. Jó minőségű legelő nélkül mindenképpen kiegészítésre szorulnak az állatok (*Crandell*, 2000).

A-VITAMIN ELLÁTOTSÁG

Az A-vitamin vérben mérhető szintje 0,348-1,74 $\mu\text{mol/l}$ között tekinthető fiziológiásnak, ennél alacsonyabb szint esetén elégtelen A-vitamin ellátottságról van szó (*Kolb*, 1999).

A BASF ajánlása szerint 12000-15000 IU A-vitamin (12,57-15,71 μmol) szükséges 100 kg élősúlyra vetítve versenylovak és tenyésztésbe fogott lovak számára (*BASF*, 2000, *www*⁷).

AZ E-VITAMIN SZEREPE, FORMÁI, ÉS FORRÁSA

Az E-vitamin antioxidáns hatású vitamin. Hatása a káros szabadgyökök kialakulásának és a sejtmembránok károsodásának megelőzése (*Blackley és Bell*, 1994; *Crandell*, 2000; *Finch és Turner*, 1996; *Hintz*, 2000; *www*¹). Természetben legalább 8 formában található meg az E-vitamin - 4 fféle tokoferol és 4 fféle tokotrienol.

E-vitamin hiány esetén szaporodásbiológiai problémák, izom- és idegrendellenességek, továbbá csökkent immunaktivitás jelentkezhet (*Moore és Kohn*, 1991; *Crandell*, 2000; *Hintz*, 2000).

E-VITAMIN ELLÁTOTSÁG

Az E-vitamin vérből mérhető szintje 2,5-25 $\mu\text{mol/l}$ között fiziológiás (Kolb, 1999). Napi szükségletet tekintve tenyészkancák esetén 200-300 mg (464,35-696,53 μmol) szükséges 100 kg élősúlyra vetítve (Crandell, 2000, [www⁷](#)).

Hasznosulását számos tényező befolyásolhatja, úgymint az E-vitamin formája (a D forma jobban hasznosul, mint a DL) és a takarmányban található telítetlen zsírsavak mennyisége. Akárcsak az A-vitamin esetén, a természetes E-vitaminok hasznosulása is kedvezőbb, mint a szintetikus formáké (Hintz, 2000).

Az NRC (1976 National Research Council) 15-50 NE/takarmány kg-ban (23,38-77,92 $\mu\text{mol/takarmány kg}$) állapította meg a lovak E-vitamin szükségletét, de vemhes, szoptató, növésben lévő, illetve nehéz munkát végző állatok esetén magasabb – 80 IU/takarmány kg-os (124,66 $\mu\text{mol/takarmány kg}$) – szintet javasol (Hintz, 2000, [www⁷](#)).

A SZELÉN SZEREPE

A szelén egy esszenciális mikroelem, amely védi a szervezetet az oxidatív stressztől, antikarcinogén hatású, továbbá fontos szerepe van az immunrendszer szabályos működésében (Hintz, 2000; Ludviková et. al., 2005; [www²](#); [www⁵](#)).

Humán viszonylatban 50 különböző betegség megelőzésével kapcsolatban írták le a szelén szerepét. A szelén hiánya negatív hatással van az embrió fejlődésére és a szelénhiányos kancák csikóinál is elégtelen a szelén ellátottság (Bergero et. al., 2006.). Az ilyen csikók esetében az ún. WMD (White Muscle Disease) léphet fel, a kifejlett állatoknál pedig negatív hatással van a szaporulati mutatókra. Szelénhiányos állatoknak szájon át adott 1 mg szelén kiegészítés csökkenti a vetélések és az újszülöttkori elhullások gyakoriságát is (Hintz, 2000; Muirhead et. al., 2010).

A szelén bár védi a sejtmembránt az oxidatív stressztől, ugyanakkor a túladagolását el kell kerülni. A szelénmérgezés első tünetei közé tartozik a sörény és a fark szőrzetének hullása, a kötött mozgás (akár a teljes járásképtelenségig). Hazánkban leginkább a Bakony és a Vértes, valamint a Mecsek és a Börzsöny területén találhatóak olyan területek, ahol a talajok és a termesztett takarmánynövények szelénhiányosak, így a lovak takarmányadagját célszerű szelénnel kiegészíteni.

A szelén és az E-vitamin között olyan kölcsönhatás van, hogy a szelénhiány E-vitamin, az E-vitamin hiánya pedig szelénadagolással részben csökkenthető (Crandell, 2000; Pongrácz L. et al., 2008).

SZELÉN ELLÁTOTSÁG

A szelén vérből kimutatható szintje 100-200 µg/l között tekinthető fiziológiásnak, ennél alacsonyabb értéknél már elégtelen szelén ellátottságról van szó. Más forrás szerint 55-75 µg/l alatt beszélhetünk szelénhiányról (Ludvíková et al., 2005).

A lovak vitamin és mikroelem-igényét több tényező módosíthatja. Ilyen befolyásoló tényező lehet az állat igénybevétele, a fajta, az ivar, az évszak, az állat életkora és esetleges vemhessége, vagy különböző betegségek, illetve stresszorok (Blackley és Bell, 1994; Crandell, 2000).

A kancák szaporodásbiológiai státuszának hatása az A- és E-vitamin, valamint szelén szükségletre és az ellátottság szintjére.

Több forrás is utal arra (Blackley és Bell, 1994; Crisman et. al., 1994; Hintz, 2000; [www⁵](#)), hogy az anyaállatnak a vemhesség és a szoptatás során is nagyobb a vitamin, illetve mikroelem szükséglete. A Kentucky Equine Research Center munkatársai (1. táblázat) négy csoportot alakítottak ki a kancák terhelésének függvényében: szűz, üres vagy a vemhesség korai szakaszában lévő nem szoptató kancák, a vemhesség utolsó harmadában lévő kancák, és a szoptató kancák csoportja (melyek akár vemhesek is ezzel egy időben) ([www⁵](#)).

I.táblázat A-, E-vitamin és szelén szükséglet 500 kg súlyú melegvérű tenyészkancák (angol telivér, ügető, arab telivér, quarter horse és egyéb fajták) esetén (*www*⁵).

Table 1. Vitamin A, E and selenium requirements of the 500-kg warmblood horse broodmare (Thoroughbreds, Standardbreds, Arabians, Quarter Horses, and similar breeds. (*www*⁵)

Megnevezés	Vemhesség korai szakasza	Vemhesség késői szakasza	Laktáció kezdeti szakasza	Laktáció kései szakasza
A-vitamin	37500 NE *(39,27 µmol)	43750 NE *(45,84 µmol)	75000 NE *(78,55 µmol)	62500 NE *(65,46 µmol)
E-vitamin	375 NE *(584,34 µmol)	700 NE *(1090,77 µmol)	750 NE *(1168,69 µmol)	625 NE *(973,89 µmol)
Szelén	1,9 mg	2,2 mg	3 mg	2,5 mg

* Az értékek átszámításhoz konverter programot használtam (*www*⁷).

* A converter program was used to conversion the data (*www*⁷).

Az *NRC* (1989) 30 NE (0,0314 µmol) A-vitamint javasol testtömeg kilogrammonként lovak esetében, amelyet a vemhesség és a tejtermelés szükséglete 60 NE (0,0628 µmol) /testsúly kilogrammra növel. Vemhes kancáknál a vemhesség utolsó harmadában, vagy szoptató kancák esetén a szerző 50.000. NE (52,37 µmol) napi A-vitamin szükségletet írt le, mely az *NRC* által megjelölt értéknél valamelyest magasabb (*www*³, *www*⁷). Az *INRA* (1990) szerint a vemhesség utolsó harmadában a kanca A-vitamin igénye 4200 NE (4,39 µmol) a takarmány 1kg szárazanyagára vonatkoztatva, a szoptatás első időszakában pedig 3000 NE (3,14 µmol).

Mäenpää et. al (1988) Finnországban végeztek felmérést a kancák különböző vitaminokkal való ellátottságának szezonális változására vonatkozóan. A vemhes kancák döntő többsége májusban ellett, és ebben a hónapban tapasztaltak kismértékű visszaesést. A jelenséget *Stowe* (1982) által leírt megfigyeléssel magyarázták. Az idézett szerző szerint az ellést követően a retinokok egy része a tejben kiválasztódva csökkenti a vérben mérhető retinokok mennyiségét.

Kancák E-vitamin szükségletét – a laktáció első periódusában az *INRA* és az *NRC* egyaránt 80 IU-ben (124,66 µmol) állapította meg. A vemhesség utolsó harmadában

járó kancák esetén az E-vitamin szükséglet az INRA szerint további 11 NE-gel (17,14 μmol), az NRC szerint pedig 7 NE-gel (10,91 μmol) növekedik (INRA, 1990; NRC, 1989, [www⁷](#)).

Prince Edward szigeteken *Muirhead et. al.* (2010) vizsgálták a lovak szelén és E-vitamin ellátottságára vonatkozóan. A vizsgált állomány szelénellátottsága 79 %-ban, E-vitamin ellátottságuk pedig 13 %-ban elégtelennek bizonyult (szelén: $\leq 0,14$ ppm (140 $\mu\text{g/l}$), E-vitamin: ≤ 4644 $\mu\text{mol/l}$). Tenyészkancák esetén $0,11 \pm 0,031$ ppm szelén (110 ± 31 $\mu\text{g/l}$) és $7973,8 \pm 2166,9$ $\mu\text{mol/l}$ E-vitamin szintet mértek az általuk vizsgált állományban. Hobbilovak esetén kor szerint is megvizsgálták a szelén és E-vitamin ellátottság alakulását. Vizsgálataik szerint az idősebb korcsoport szelén és E-vitamin ellátottsága kedvezőbb volt, mint a fiatalabb korcsoporté. Felmérték továbbá az évszak hatását is ezekre a paraméterekre. A legalacsonyabb értékeket a februártól áprilisig terjedő időszakban mérték.

Csehországban *Ludviková et al.* (2005) 35 tenyészetben összesen 159 ló vérmintáit elemezték. Átlagosan 86,99 $\mu\text{g/l}$ volt a szelén szintje. A legalacsonyabb mért szelén szint 5,27 $\mu\text{g/l}$, a legmagasabb pedig 238,10 $\mu\text{g/l}$ volt.

Virginia és Maryland több ménesében *Crisman et. al.* (1994) végeztek felmérést az állatok szelén ellátottságára vonatkozóan. A szerzők 125 ± 43 $\mu\text{g/l}$ átlagról számolnak be. Legalacsonyabb általuk mért szelén szint 27 $\mu\text{g/l}$ volt, a legmagasabb pedig 266 $\mu\text{g/l}$. A szelén szintet befolyásoló tényezők közül elsőként az etetett takarmányokat említik, de említést tesznek még az igénybevétel mértékéről és az ivar hatásáról is.

New York-i ménesekben *Maylin et. al.* (1980) szintén végeztek szelén ellátottságra vonatkozó vizsgálatot, átlagosan 156 $\mu\text{g/l}$ -ről számolnak be. Vizsgálataik során a szerzők – *Muirhead et. al.* (2010) által tapasztalt szezonális különbségekkel ellentétben - nem tapasztaltak változást az év egyes évszakaiban.

Japánban *Ishii et. al.* (2002) hidegvérű kancákon végeztek vizsgálatot a lovak szelén és E-vitamin ellátottságuk felmérése céljából az ellés előtti és az ellést követő időszakban. Vizsgálataik során az ellést követő időszakban a szelén és E-vitamin szintek magasabbak voltak.

Albertában és Saskatchewanban *Blackley és Bell* (1994) végeztek vizsgálatot a lovak A-, és E-vitamin szintjének meghatározására. Az általuk vizsgált ménesekben az A-vitamin ellátottság átlagosan 0,7 $\mu\text{mol/l}$, az E-vitamin ellátottság 7,65 $\mu\text{mol/l}$ volt. Ezen

vitaminok szintje évszaktól függően változott, a legmagasabb szintet a májustól augusztusig terjedő időszakban mérték.

Mint a szakirodalmi áttekintésből is kitűnik, sok országban, számos vizsgálat folyt a különböző vitaminok és mikroelemek ellátottsági szintjével kapcsolatban, gyakran különböző mérési technikákkal. Éppen ezért már a szakirodalmi feldolgozás során a különböző mértékegységben megadott eredmények mellett feltüntettük az általunk használt mértékegységre átváltott értékeket is.

Az általunk felsorakoztatott forrásokban megjelölt értékek sok esetben nem egyeznek a magyarországi eredményekkel, hiszen a termőhelyi sajátosságok önmagukban komoly befolyásoló szereppel bírnak. Saját vizsgálateink célja éppen ezért a magyarországi kancák ellátottsági szintjének feltérképezése volt.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a két hazai legnagyobb angol telivér ménesben – a Bábolna Nemzeti Ménésbirtok (Tata-Dióspusztá) angol telivér ménesében és a Telivér Farm Kft. (Sárbogárd-Mindszentpusztá) ménesében – végeztük. Munkánk során a kancákat a különböző szaporodásbiológiai státuszon belül véletlenszerűen választottuk ki. Életkoruk 4-24 év volt. A mintavételezés 2011. és 2012-ben is a fedeztetési szezon elején, a márciusi hónapban történt. Mindkét ménesben jó minőségű rétiszéna és zab szolgál a lovak takarmányául, ezen kívül a vizsgálat ideje alatt semmilyen kiegészítést nem kaptak az állatok.

A kancákat szaporodásbiológiai státuszuk alapján 4 csoportba soroltuk; szűz kancák (első fedeztetési szezonban), még vemhes kancák (mintavételezés idején még vemhes állatok), szoptató (mintavételezés idejére megellett és már csikójukat szoptató kancák - vemhesen, vagy vehem nélkül), és az előző évről üresen maradt kancák (előző évi fedeztetési szezonban fedeztetett, de nem vemhesült kancák). Minden csoportba 6 kanca került, mindkét ménesből 3-3 egyed. Ez alól csak a szűz kancák csoportja kivétel 2012-ben. Ebben az évben nem volt a dióspusztai ménesben szűz kanca, így csak a sárbogárdi szűz kancák kerültek az ez évi szűz állatok csoportjába.

A ménések állatorvosainak közreműködésével vettük le a kancák vérmintáit a *vena jugularis*-ból. A vérmintákat a vizsgálatok idejéig hűtve tároltuk. Az E- és az A-vitamin

szint HPLC technikával, a szelén szint pedig savas kivonás után fluorometriás módszerrel került meghatározásra a Budaörsi Kisállat Klinika laboratóriumában. Adatelemzéseinket a Microsoft Excel 2003 szoftverével végeztük el.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az általunk vizsgált egyedek A-vitamin ellátottsága (2. táblázat) a két vizsgálati évben közel azonos szintű volt (2011-ben átlagosan 0,46 μ mol/l; 2012-ben 0,48 μ mol/l). A mért adatok átlaga az üresen maradt kancák csoportjának kivételével mindkét évben meghaladták a fiziológiásnak tekinthető intervallum alsó küszöbértékét.

2. táblázat Kancák A-vitamin ellátottsága

Table 2. Vitamin A supplementation of mares

Megnevezés	2011		2012	
	A-vitamin (μ mol/L)	SD	A-vitamin (μ mol/L)	SD
<i>Összes vizsgált kanca</i>	0,46 (n=24)	0,13	0,48 (n=21)	0,15
<i>Szűz</i>	0,54 (n=6)	0,16	0,48 (n=3)	0,16
<i>Még vemhes</i>	0,4 (n=6)	0,08	0,42 (n=6)	0,14
<i>Szoptató</i>	0,5 (n=6)	0,11	0,63 (n=6)	0,07
<i>Előző évről üresen maradt</i>	0,41 (n=6)	0,13	0,38 (n=6)	0,08

A vizsgált csoport E-vitamin ellátottsága (3. táblázat) a 2012-es évben valamelyest kedvezőbben alakult (10,84 μ mol/l), mint 2011-ben (9,98 μ mol/l), de összességében mégis elmondható, hogy az átlagok jóval meghaladják az alsó határértéket. E-vitamin tekintetében egy kanca értékei sem voltak alacsonyabbak a normál határértéknél (2,5 μ mol/l) – a vizsgálati eredmények szerint egyik évben sem.

3. táblázat Kancák E-vitamin ellátottsága

Table 3. Vitamin E supplementation of mares

Megnevezés	2011		2012	
	E-vitamin ($\mu\text{mol/L}$)	SD	E-vitamin ($\mu\text{mol/L}$)	SD
<i>Összes mintavételezett kanca</i>	9,98 (n=24)	3,72	10,84 (n=21)	4,97
<i>Szűz</i>	12,26 (n=6)	3,58	9,6 (n=6)	5,69
<i>Még vemhes</i>	10,17 (n=6)	3,53	10,46 (n=6)	6,35
<i>Szoptató</i>	9,03 (n=6)	2,60	11,45 (n=6)	4,56
<i>Előző évről üresen maradt</i>	8,48 (n=6)	4,65	11,23 (n=6)	5,50

A szelén ellátottság (4. táblázat) 2011-ben átlagosan 123,92 $\mu\text{g/l}$, 2012-ben 101,82 $\mu\text{g/l}$ volt. Azaz 2011-ben az értékek kedvezőbbek, de összességében a 2012-ben mért átlagértékek is meghaladják a szelénhiányt meghatározó 100 $\mu\text{g/l}$ -es szintet. 2011-ben 24 kanca közül 5 állat, 2012-ben pedig 21 kanca közül 11 állat esetében tapasztaltunk szelénhiányt. Az alacsony ellátottsági szint egy esetben sem volt súlyos, de állomány szinten jelentős számú kanca esetében fordulhat elő alacsonyabb szelén szint, ami fontos információ a kancák további takarmányozásához.

4. táblázat. Kancák szelén ellátottsága

Table 4. Selenium supplementation of mares

Megnevezés	2011		2012	
	Szelén ($\mu\text{g/L}$)	SD	Szelén ($\mu\text{g/L}$)	SD
<i>Összes vizsgált kanca</i>	123,92 (n=24)	26,8	101,82 (n=21)	13,11
<i>Szűz</i>	124,67 (n=6)	17,35	99 (n=3)	4,24
<i>Még vemhes</i>	124,83 (n=6)	29,50	97,92 (n=6)	8,51
<i>Szoptató</i>	128 (n=6)	35,41	106,55 (n=6)	19,31
<i>Előző évről üresen maradt</i>	118,17 (n=6)	28,60	102,42 (n=6)	13,32

Az üresen maradt állatokban az A-vitamin szintje mindkét évben átlag alatti és minden más csoportnál alacsonyabb. Ennél a csoportnál mért viszonylag alacsony A-vitamin értékekkel összefüggésbe hozható a kancák termékenyülésének elmaradása.

Az üresen maradt kancák csoportját követik a még vemhes anyák értékei, 2011-ben a szűz kancák A-vitamin ellátottsága volt a legkedvezőbb (0,54 $\mu\text{mol/l}$), de ezt megközelítő értéket tapasztaltunk a vemhes kanca csoportban (0,50 $\mu\text{mol/l}$) is.

Míg a szelén ellátottságnál tapasztalt tendenciának megfelelően a 2012-es évben a szoptató kancák A-vitamin ellátottsága kiemelkedően magas volt (0,63 $\mu\text{mol/l}$), ugyanebben az évben a szűz kancák csoportjának átlaga (0,48 $\mu\text{mol/l}$), ami megegyezett a vizsgált 21 állat átlagos A-vitamin ellátottságával.

Az E-vitamin ellátottság tekintetében nagyobb eltérés mutatkozik az általunk vizsgált két év átlagaira nézve, mint a szelénszintek esetén. 2011-ben a szűz kancák csoportjának értékei (12,26 $\mu\text{mol/l}$) voltak a legnagyobbak, míg 2012-ben a szoptató kancák értékei (11,45 $\mu\text{mol/l}$) jóval meghaladták a szűz állatok (9,60 $\mu\text{mol/l}$) és a még vemhes kancák (10,46 $\mu\text{mol/l}$) csoportjának eredményeit. A 2012-ben kapott eredmények megegyeznek *Ishii et. al.* (2002) által tapasztaltakkal.

A vizsgált csoportok átlagait tekintve mindkét évben a szoptató kancák szelén ellátottsága volt a legkedvezőbb. 2011-ben az üresen maradt állatok átlagos szelén ellátottsága alatta marad a többi csoport átlagainak. A szelén vérbeli koncentrációját jellemző átlagadatok megegyeznek *Ishii et. al.* (2002) által tapasztaltakkal, azaz ellés után a szoptató kancáknál magasabb értékeket (128,00 $\mu\text{g/l}$ ill. 106,55 $\mu\text{g/l}$) észleltünk, mint a még vemhes anyák esetében (124,83 $\mu\text{g/l}$ ill. 97,92 $\mu\text{g/l}$).

A vérvételeink során a vizsgált kancák között több olyan kanca is volt, amelyektől mind a két évben vettünk vérmintát. Következésképp lehetőségünk nyílt annak az elemzésére is, hogy a státuszuk változásával az A- és E-vitamin, illetve szelén ellátottságukban is van-e módosulás.

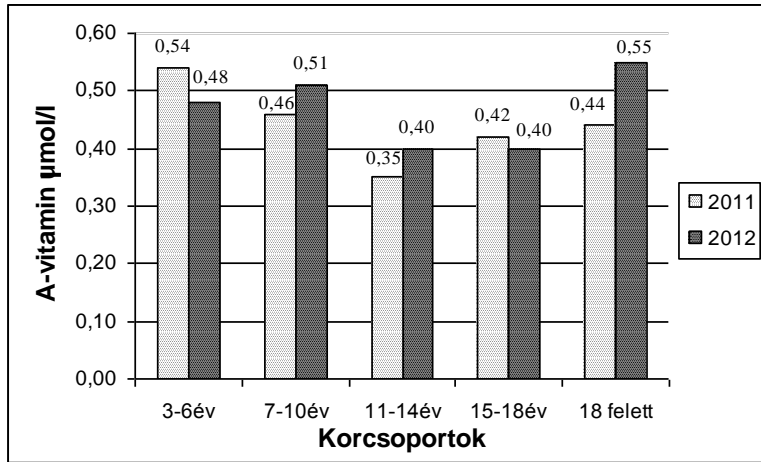
Ezen kancák közül két olyan állat szerepelt melyek a 2011 évi mintavételezés idején az „előző évről üresen maradt” csoportból, 2012-ben a „vemhes kancák” csoportjába kerültek. Ezen kancák esetében az A- és E-vitamin ellátottság szintje a 2012-ben magasabbnak bizonyult, mint az azt megelőző évben. A szelén ellátottságuk viszont csökkent.

Az ilyen státuszváltozás indokolhatná a kanca készleteinek csökkenését, mivel ezek az anyagok a magzat fejlődéséhez is szükségesek. A két említett egyednél a szelén ellátottság változása megfelel az előbb említetteknek, ugyanakkor az A- és E-vitamin szint a szelén szinttel ellentétben, kis mértékben megnövekedet. A változás egyrészt a két év átlagaiban is megmutatkozó különbséggel, illetve az alacsony egyedszámmal magyarázható.

További két olyan kanca is volt a két évre kiterjedő mintavételezésben, melyeknek státusza 2011-ben „vemhes” volt, a 2012-es mintavételezés idején pedig a szoptató kancák csoportjában szerepeltek. Ezen két kanca esetében is nőtt az A-vitamin ellátottság szintje. Az E-vitamin ellátottságuk változása ugyan eltérő volt, azaz az egyik kanca esetében kismértékű emelkedést mutatott, a másik kanca esetében pedig csökkent az E-vitamin szint. A 2012. évi mintavételezésre mindkét kanca szelén ellátottsága csökkent.

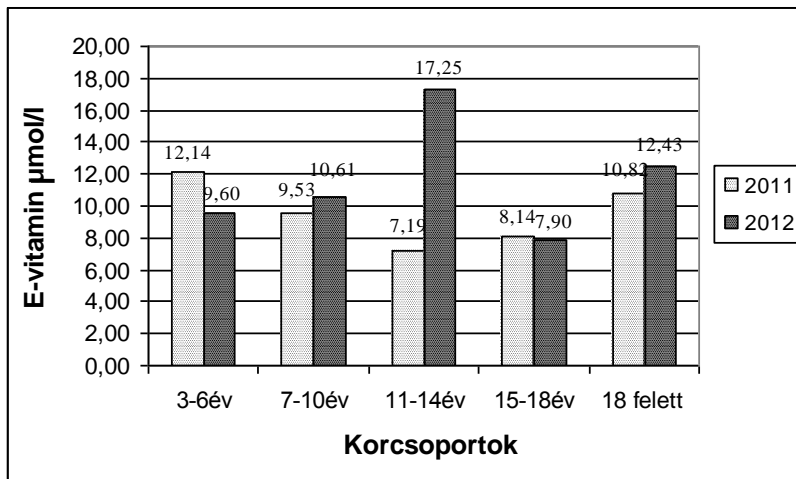
ÉLETKOR HATÁSA

Muirhead et. al. (2010) a fiatalabb korosztály egyedei esetén alacsonyabb E-vitamin és szelén szintet mértek. Ezek alapján kíváncsiak voltunk, hogy az általunk vizsgált állatok esetében hogyan alakulnak ezek a paraméterek - az A-vitamin ellátottság vizsgálatával kiegészülve. Az 1., 2. és a 3. ábrán látható, hogy sem az A- és E-vitamin, sem pedig a szelén ellátottság tekintetében nem tapasztalható hasonló tendencia.



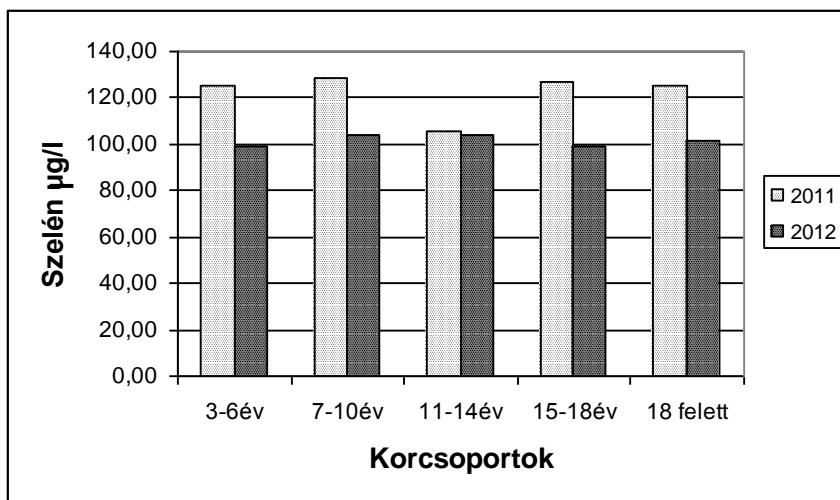
1. ábra Kancák A-vitamin ellátottsága korcsoportok szerint (2011: $n_{3-6}=7$, $n_{7-10}=8$, $n_{11-14}=3$, $n_{15-18}=3$, $n_{18felett}=3$; 2012: $n_{3-6}=3$, $n_{7-10}=9$, $n_{11-14}=2$, $n_{15-18}=4$, $n_{18felett}=3$)

Figure 1. Vitamin A supplementation of mares in different age groups (2011: $n_{3-6}=7$, $n_{7-10}=8$, $n_{11-14}=3$, $n_{15-18}=3$, $n_{18felett}=3$; 2012: $n_{3-6}=3$, $n_{7-10}=9$, $n_{11-14}=2$, $n_{15-18}=4$, $n_{18felett}=3$)



2. ábra Kancák E-vitamin ellátottsága korcsoportok szerint (2011: $n_{3-6}=7$, $n_{7-10}=8$, $n_{11-14}=3$, $n_{15-18}=3$, $n_{18felett}=3$; 2012: $n_{3-6}=3$, $n_{7-10}=9$, $n_{11-14}=2$, $n_{15-18}=4$, $n_{18felett}=3$)

Figure 2. Vitamin E supplementation of mares in different age groups (2011: $n_{3-6}=7$, $n_{7-10}=8$, $n_{11-14}=3$, $n_{15-18}=3$, $n_{18felett}=3$; 2012: $n_{3-6}=3$, $n_{7-10}=9$, $n_{11-14}=2$, $n_{15-18}=4$, $n_{18felett}=3$)



3. ábra Kancák szelén-ellátottsága korcsoportok szerint (2011: $n_{3-6}=7$, $n_{7-10}=8$, $n_{11-14}=3$, $n_{15-18}=3$, $n_{18felett}=3$; 2012: $n_{3-6}=3$, $n_{7-10}=9$, $n_{11-14}=2$, $n_{15-18}=4$, $n_{18felett}=3$)

Figure 3. Selenium supplementation of mares in different age groups (2011: $n_{3-6}=7$, $n_{7-10}=8$, $n_{11-14}=3$, $n_{15-18}=3$, $n_{18felett}=3$; 2012: $n_{3-6}=3$, $n_{7-10}=9$, $n_{11-14}=2$, $n_{15-18}=4$, $n_{18felett}=3$)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a Telivér Farm Kft-nek (Sárbogárd-Mindszentpuszta), a Bábólna Nemzeti Ménesbirtoknak (Tata-Diópuszta), továbbá a ménesekben közreműködő állatorvosoknak, dolgozóknak, hogy a vizsgálatok elvégzésére lehetőséget biztosítottak számunkra és segítségünkre voltak a mintavételezések során.

A kutatás a TALENTUM – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0018 és a TÁMOP-4.2.2-A-11/1/KONV-2012-0013. számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Study of vitamin A, vitamin E and selenium supply of Thoroughbred mares

JUDIT PARÉJ* - LÁSZLÓ PONGRÁCZ - ÁGNES BALI PAPP

Széchenyi István University

Faculty of Agricultural and Food Sciences

Department of Animal Sciences

Mosonmagyaróvár

SUMMARY

The vitamin A, E and selenium supply of mares are very important because of their effect on the reproduction. The vitamin and dietary mineral requirements of horses are influenced by many factors such as level of performance, breed, gender, season, age, eventual pregnancy and/or presence of different diseases. The vitamin A, vitamin E and selenium supply was taken into consideration as a function of reproduction status and age of mares in two subsequent years. The vitamin A supply in the group of the barren mares was under the mean in both years and lower than the results of every other group, the second group was the group of pregnant mares. In 2011 the vitamin A supply of the maiden mares was the most favourable (0,54 $\mu\text{mol/l}$). The supply of the lactating mares was the most projecting (0,63 $\mu\text{mol/l}$). As far as the vitamin E supply is concerned the values of maiden mares (12.26 $\mu\text{mol/l}$) were the highest in 2011, while the values of lactating mares (11.45 $\mu\text{mol/l}$) were much higher than the results of maiden (9.60 $\mu\text{mol/l}$) and pregnant mares (10.46 $\mu\text{mol/l}$) in 2012. Among the analyzed groups the selenium supply of lactating mares (128.00 $\mu\text{g/l}$ in 2011 and 106.55 $\mu\text{g/l}$ in 2012) was the most favourable in both years. To sum up: the average levels of vitamin A and E of the studied animals, except the group of the barren mares, are over the physiological limit. Although the level of selenium passes the minimal threshold limit, insignificant deficiency of this substance occurred frequently. For those above there should be used a comprehensive selenium supplementation on the herd.

Keywords: vitamin A, vitamin E, selenium, mare, reproduction

IRODALOMJEGYZÉK

BASF: Vitamins – One of the most important discoveries of the century. BASF Documentation DC 0002. Animal Nutrition 6th edition, 2000.

Bergero D. – Ventorp M. et. al. (2006): Overview practices in the field in Europe: rationing and prevention of nutritional related problems in the mares. Nutrition and feeding of the broodmare. EAAP publication, 2006. 120. 263-278.

Blackley B.R. – Bell R.J. (1994) The vitamin A and vitamin E status of horses raised in Alberta and Saskatchewan. Can Vet Journal, 1994. 35. 297-300.

Crandell K. M. (2000): Vitamin requirements in the horse. World Equine Veterinary Review, 2000. 8. 15-20.

Crisman M. V. - Caramel D. K. et. al. (1994): A survey of whole blood selenium concentrations of horses in Virginia and Maryland. Journal of Equine Veterinary Science, 1994. 14. 256-261.

Finch J. M. – Turner R. J. (1996): Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. Research in Veterinary Science, 1996. 60.97-106.

Greive-Crandell K. M. – Kronfeld D. S. et. al. (1995): Vitamin A repletion in grazing horses is assessed better by the Relative Dose Response Test than by serum retinol concentration. The Journal of Nutrition, 1995.125. 2711-2716.

Greive-Crandell K. M. – Kronfeld D. S. et. al. (1997): Vitamin A repletion in thoroughbred mares with retinyl palmitate or β -carotene. Journal Animal Science, 1997. 75. 2684-2690.

Hintz H. F. (2000): Equine nutrition update. Proceedings Annual Convention of the AAEP, 2000. 46. 62-79.

Ishii M. – Ogata H. et. al. (2002): Effects of vitamin E and selenium administration on pregnant, heavy draft mares on placental retention time and reproductive performance and on white muscle disease in their foals. Journal of Equine Veterinary Science, 2002. 22. 213-220.

INRA. (1990): L'alimentation des chevaux. W-Martin-Rosset Ed., INRA Editions, Paris. 1990. 569-584.

Kolb E. (1999): Der Gehalt an Vitaminen. Hoffmann-La Roche AG Editions, Leipzig. 1999

Ludvíková E. – Pavlata L. et. al. (2005) Selenium status of horses in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, 2005. 74. 369-375.

Mäenpää - Koskinen et. al. (1988): Serum profiles of vitamins A, E and D in mares and foals during different seasons. *Journal of Animal Science*, 1988. 66. 1418-1423.

Maylin G. A. – Rubin D. S. et. al. (1980): Selenium and vitamin E in horses. *Cornell Vet.*, 1980. 70. 272-289.

Moore R. M. – Kohn C. W. (1991): Nutritional muscular dystrophy in foals. *Compendium for Continuing Education* 1991. 13. 476.

Muirhead T. L. – Wichtel J. J. et. al. (2010): The selenium and vitamin E status of horses in Prince Edward Island. *Can. Veterinary Journal*, 2010. 51. 979-985.

NRC: Nutrient requirements of horses. 5th edition. National Academy Press, Washington D.C., 1989.

Pongrácz L. – Czimber Gy. – Horváth D. (2008): Ásványi anyagok a lovak takarmányozásában. *Acta Agronomica Óvariensis*, 2008. 50. 73-77.

Stowe H. D. (1982): Vitamin A profiles of equine serum and milk. *Journal of Animal Science*, 1982. 54.76-81.

www¹: <http://www.lovaselet.info/takarmanyozas/vitaminok.html> (Utolsó letöltés ideje: 2013.02.28.)

www²: <http://www.ker.com/library/equine/v2n4/v2n409.pdf> (Utolsó letöltés ideje: 2013.02.28)

www³: <http://www.understanding-horse-nutrition.com/vitamin-a.html> (Utolsó letöltés ideje: 2013.02.28.)

www⁴: <http://animalscience.ag.utk.edu/Horse/Publications-Horse.html> (Utolsó letöltés ideje: 2013.02.28.)

www⁵: <http://www.ker.com/library/advances/317.pdf> (Utolsó letöltés ideje: 2013.02.28.)

www⁶: <http://www.robert-forbes.com/resources/vitaminconverter.html> (Utolsó letöltés ideje: 2013.02.28.)

www⁷: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=59-02-9> (Utolsó letöltés ideje: 2013.02.28.)

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

PARÉJ JUDIT

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Állattudományi Tanszék,

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E mail: judit.parej@gmail.com

DR. PONGRÁCZ LÁSZLÓ

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Állattudományi Tanszék,

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E mail: pongracz.laszlo@sze.hu

DR. BALI PAPP ÁGNES

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Állattudományi Tanszék,

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E mail: bali.papp.agnes@sze.hu



Morphometric characterization and exact separation of Eurasian Collared Dove (*Streptopelia decaocto*) and Common Pigeon (*Columba livia* forma *domestica*) moulted feathers

ZOLTÁN BAGI - JÁNOS POSTA - SZILVIA KUSZA

University of Debrecen,

Institute of Animal Sciences, Biotechnology and Nature Conservation,

Debrecen

SUMMARY

Separation of feathers by objective methods improves the reliability and applicability of the moulted feathers sampling system. Our aim was to develop a simple and inexpensive method for the preselecting of samples, what can be performed even on the field and results could be helpful for the experts on different research areas (breeders, geneticists, bioinformaticians, physiologists, evolutionists, immunologists, industry experts, etc.). Eurasian Collared Dove *Streptopelia decaocto* and Common Pigeon *Columba livia* forma *domestica* moulted feather samples were separated by using morphometric methods. Primary, feathers from hunted or dead birds were studied. Morphometric parameters of feathers were measured and then statistical analysis (Descriptive Statistics, Discriminant Analysis, Logistic Regression) was performed to compare the two species. We present three variables (diameter of calamus, length of rachis and width of complete vane) for test methods, what is suitable for the characterization of the species. The most important result of this study is to demonstrate the applicability of morphometric methods in order to identify the moulted feathers. Our study confirmed the possibility of sure separation and identification the feathers of the two studied species. We recommend preparing for further studies in case of other species, based on the used methodology and the creation of a database that makes it easier to identify the moulted feathers in the future.

Keywords: *Columbidae*; Descriptive Statistics; Discriminant Analysis; Feather Characteristic; Geometric Analysis; Logistic Regression; Non-invasive Sampling

INTRODUCTION

Non-invasive sampling methods are increasingly used for scientific studies. Moulded feathers are an inexpensive, easy and fast alternative sample collection method in ornithological researches. The use of moulded feathers is increasingly became common in scientific research, primarily for ethological, conservation and population genetic studies (*Taberlet et al.*, 1999). This method has several advantages and disadvantages. The main advantage is that a relatively small quantity of feathers contains sufficient genomic DNA for study. Due to the small quantity of the sample, the collection, storage, and transport of samples is easier and more cost effective than that of other methods. A further benefit of the method is that it do not lead to the death of the animal's, damage or disturbance and therefore do not pose a risk to the their fitness. Among the disadvantages of the method, there is a low quantity and/or poor quality of extractable DNA and the danger of sample contamination (*Taberlet et al.*, 1999; *McDonald and Griffith*, 2011). Another disadvantage is that the species from which the sample was taken cannot always be identified. The latter is particularly important for closely related and/or morphometrically similar species. The Eurasian Collared Dove (*Streptopelia decaocto*) and the Common Pigeon (*Columba livia* forma *domestica*) have a similar body size, habitat use and some Common Pigeon colour variations have very similar colour to Eurasian Collared Dove's feather colour. The two species equally prefer rural areas, where there is significant agriculture, but they are also present in urban parks and gardens (*Coombs et al.*, 1981; *Chamberlain et al.*, 2005). Practical experience indicates that it is not always possible to determine the species that left behind a moulded feather. Feathers of *Columbidae* were examined in several cases. *Bachmann et al.* (2007) used a morphometry methodology during a study of the background of the silent flight wing of Barn Owl *Tyto alba* and Common Pigeon *Columba livia* feathers. In their study, morphometric data for wing feathers were recorded and compared. Selection pressure on different aspects of feather morphology, which is directly related to flight performance, was determined by measuring the

morphometric data of primary, secondary and rectrix feathers (Møller *et al.*, 2009). Four characteristics were measured which are as follows, calamus width, calamus length, feather length and feather width, to quantify the feather morphology in Common Wood Pigeons *Columba palumbus*. Hingee and Magrath (2009) showed that Crested Pigeons *Ocyphaps lophotes*, which have modified flight feathers, produce distinct wing ‘whistles’ in alarmed flight and that individuals take off in alarm only after the playback of alarmed whistles. It was shown that the 8th primary feather is firmly modified (narrower) such that the whistling sound during the take off of a startled animal is not only a by-product of the flight but is an audible alarm for other members of the flock. Spectrometry and morphometric methods were used in the study of neck feathers of the Mourning Dove *Zenaida macroura* to understand the dynamic changes in feather colours (Shawkey *et al.*, 2011). Feathers are neither innervated nor vascularized and, therefore, any colour change must be caused by external stimuli. It follows that the structure and physical condition of feathers has a significant impact on the colours. The results suggested that some plumage colours may be more malleable than previously thought. Moneva *et al.* (2011) used primary, secondary and tail feathers in a geometric morphometric analysis and found that Common Pigeons *Columba livia* exhibit similar feather mean shapes between genders. Even so the variance values showed a high variation within and between sexes for different locations of the feathers. Identification marks for Common Pigeon and Eurasian Collared Dove were also described by Blasco-Zumeta and Heinze (2006a, 2006b), but they presented only pictures and no exact data on the morphometric characteristics of *Columbidae* feathers.

Our objective was to develop a method suitable for the separation of moulted feathers of two species to use for species-level identification. Furthermore, the new method may be a simple, inexpensive tool for use in the field.

MATERIALS AND METHODS

Samples of Eurasian Collared Dove (n= 25) and Common Pigeon (n= 11) were collected from hunted or dead birds in a Central-Hungarian (Előszállás) and an East-Hungarian (Hajdúnánás) town. Entire birds or the primary feathers were stored at -20 °C for further study. Primary feathers were used only in this study, because these has

most suitable size for DNA isolation, and case of these the most difficult to identify the species. The feathers and variables were marked and labelled with a code (P= primary; LR= length of rachis; LCV= length of complete vane; WCV=width of complete vane; LIV=length of inner vane; DIV=depth of inner vane; LOV= length of outer vane; DOV= depth of outer vane; LC= length of calamus; DC= diameter of calamus). Primaries were numbered from the inside out. Digital callipers and graph paper were used for the morphometric examination. Nine size recording points were determined. IBM SPSS Statistics 21 (IBM Corp., Armonk, New York, United States) software was used for the statistical evaluation. In some cases, data were missing due to injury or moulting. These data were replaced using a multiple linear regression. The right and left feathers were analysed together. This possibility was checked previously paired two-sample t-test. The homogeneity of variances of groups was analysed using Levene's test. Depending on the result of the Levene's test, paired samples t-test or Welch's t-test was used to carry out pairwise comparison of the feathers. Characteristic values of species' variables were obtained by Descriptive Statistics. The selection of most powerful predictive variables were used Discriminant Analysis. The selection of variables to ensure the greatest explanatory power combination was carried out using Logistic Regression with Forward Stepwise method.

RESULTS

Paired samples t-test and Welch's t-test show that the averages of the two groups (species) are significantly different from each other. *Table 1* shows the Predictive Power of variables based on Discriminant Analysis. Predictive Power of variables was high, but none of them could explain significantly alone the classification of species. Predicted Group Membership (%) column shows the model accuracy of the classification of feathers based on variables. *Table 2* shows the explanatory power of variables combinations in each feather position based on Discriminant Analysis and Logistic Regression.

Based on results we suggest use the three most informative variables for feather separation and identification on species level. These are the follows: diameter of calamus (DC), length of rachis (LR) and width of complete vane (WCV). The collected

moulted feathers were compared based on these three sizes using the Confidence Intervals of feathers (*Table 3*). Thereby, the species which moulted the feather can be identified in an objective and exact way. The case of doubt it recommended involvement of additional variables based on *Table 1* and *Table 2*.

Table 1 Predictive Power of variables based on Discriminant Analysis

Variable	Wilks' Lambda	Predictive Power (%)	Predicted Group Membership (%)	
			Eurasian Collared Dove	Common Pigeon
DC	,144***	85,6	100	100
DIV	,167***	83,3	98,0	95,5
DOV	,296***	70,4	96,0	90,9
LC	,263***	73,7	100	95,5
LCV	,214***	78,6	100	90,9
LIV	,224***	77,6	100	90,9
LOV	,211***	78,9	100	90,9
LR	,114***	88,6	100	95,5
WCV	,161***	83,9	100	100

***p<0,001

Table 2 The selection of variables to ensure the greatest explanatory power combination by logistic regression. Numbers indicate that variable were used which step in model. "

^a" Nagelkerke R Square was 1 and Classification Results were 100% in csae of both species

	DC	DIV	DOV	LC	LCV	LIV	LOV	LR	WCV
P10							1; 2; 3 ^a	1	1; 2 ^a
P9		1						1; 2 ^a	
P8	1; 2 ^a	1							
P7									1 ^a
P6					1; 2; 3 ^a			1; 2 ^a	1
P5								1 ^a	
P4	1		1; 2; 3 ^a						1; 2 ^a
P3			1; 2; 3 ^a ; 4 ^a ; 5 ^a			4 ^a ; 5 ^a	1; 2; 3 ^a ; 4 ^a		3 ^a ; 4 ^a ; 5 ^a
P2	1			1; 2; 3 ^a		1; 2			
P1	1; 3; 4; 5; 6 ^a ; 7 ^a ; 8 ^a	2; 3; 4		6 ^a ; 7 ^a ; 8 ^a	7 ^a ; 8 ^a			3; 4; 5; 6 ^a ; 7 ^a	4; 5; 6 ^a ; 7 ^a ; 8 ^a

Table 3 Confidence Intervals of the three greatest explanatory power variable ($p < 0,05$)

	DC				LR				WCV			
	Eurasian Collared Dove		Common Pigeon		Eurasian Collared Dove		Common Pigeon		Eurasian Collared Dove		Common Pigeon	
	95% Confidence Interval of the Difference				95% Confidence Interval of the Difference				95% Confidence Interval of the Difference			
	Lower (mm)	Upper (mm)	Lower (mm)	Upper (mm)	Lower (mm)	Upper (mm)	Lower (mm)	Upper (mm)	Lower (mm)	Upper (mm)	Lower (mm)	Upper (cm)
P10	2,44	2,55	2,72	3,022	136,40	140,64	172,47	180,16	16,05	17,13	19,73	23,07
P9	2,31	2,38	2,72	2,92	140,52	145,44	177,15	188,31	17,21	18,34	22,20	25,11
P8	2,26	2,34	2,82	2,98	140,39	146,45	169,99	179,28	17,79	19,01	25,34	27,66
P7	2,19	2,28	2,72	2,82	133,64	138,52	160,80	170,29	18,55	19,76	n.d.	n.d.
P6	2,23	2,32	2,60	2,78	125,19	131,70	151,69	158,40	19,42	20,56	26,68	29,21
P5	2,15	2,26	2,46	2,67	119,95	124,89	151,69	158,40	20,82	22,01	27,51	29,04
P4	n.d.	n.d.	2,50	2,67	114,30	119,14	133,64	138,54	n.d.	n.d.	26,66	29,03
P3	2,08	2,15	2,38	2,57	111,42	114,46	120,56	124,76	20,41	21,94	26,24	28,09
P2	1,97	2,09	2,38	2,57	107,37	111,31	120,56	124,76	20,63	21,92	24,60	26,06
P1	1,88	1,98	2,27	2,47	104,12	107,92	115,06	120,76	20,92	22,35	24,98	26,37

DISCUSSION

Morphometric examination has long been used to separate bird species, but usually used several sizes of body, for example body mass, culmen length, bill depth, bill, tarsus and wing length (Cuthbert *et al.*, 2003; Gómez-Díaz *et al.*, 2006; Liordos and Goutner, 2008). Feather is less used in the species identification. This is probably due to the fact that most studies have used live birds and therefore difficult to measure the feathers. Length of primary number 10 had one of the most informative morphometric variable when Alström *et al.* (2011) separated three cryptic species in Arctic Warbler (*Phylloscopus borealis*). Our objective was to develop a simple and inexpensive method to preselect moulted feather samples that can be performed in the field using simple tools. Morphometric methods were suitable for the separation of feathers at the species level. The diameter of calamus (DC), length of rachis (LR) and width of complete vane (WCV) variable values were primarily species specific in this morphometric study. The combination of variables is suggested to obtain reliable results. In case of Collared Dove

primary feathers has not been performed morphometric examination, therefore, there had no comparison basis for our results. These types of examinations can be used to separate the species, the reliability of the methods can be increased using a larger number of samples and other data-capturing techniques, such as age or sex. Further investigations are planned to study the applicability of the method in *Columbidae* species, such as Common Wood Pigeon (*Columba palumbus*), European Turtle Dove (*Streptopelia turtur*) and Barbary Dove (*Streptopelia risoria*). Later, the study will be extended to other genera, such as *Phasianidae*, *Anatidae*, and *Accipitridae*. The main goal is to create a database that contains the appropriate variables and their values for identification. We propose that this method can be applied in many other areas. For example, it may be useful for separating protected and huntable species pairs in judicial procedures or for species that cause economic damage. For example, one field of application of the method may be the identification of Cormorant subspecies (*Phalacrocorax carbo carbo* and *Phalacrocorax carbo sinensis*) on fish farms. Separation of the two species is currently only possible on the basis of the beak. This distinction is important because the *P. c. carbo* is a game bird, however, the *P. c. sinensis* is strictly protected species in Hungary (Köm, 2001). Moreover, this method may be an inexpensive alternative to DNA tests in aviation, when it is important to identify the bird species correctly. Our developed method could be useful for detecting rare bird species in their habitat because it left only indirect evidence behind (moulted feathers). Another possible area that may benefit from this method is pheasant breeding. Pheasant breeding currently uses mixed flocks, which likely contain several species and subspecies. The morphometric method- which was presented in this study -can improve the efficiency of breeding selection. Therefore, the method can accelerate the development of the two most important properties, flight ability and tail feather size.

A balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*) és a házi galamb (*Columba livia forma domestica*) vedlett tollainak egzakt elkülönítése és morfometriai jellemzése

BAGI ZOLTÁN – POSTA JÁNOS – KUSZA SZILVIA

Debreceni Egyetem,

Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet,

Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

A tollak objektív módszerekkel való megkülönböztetése és azonosítása kulcsfontosságú a vedlett tollas mintagyűjtési módszer alkalmazhatósága és megbízhatósága szempontjából. Célunk egy olyan egyszerű és gyors módszer kidolgozása volt, mely által még a terepen elvégezhető a tollak előválogatása. Ezáltal segítve a módszert alkalmazókat a legkülönbözőbb területeket ideértve (állattenyésztők, genetikusok, ornitológusok, természetvédelmi szakemberek, evolúcióbiológusok, immunológusok, ipari szereplők, stb.). A balkáni gerle és az elvadult házi galambok elsődleges evezőtollait morfometriai módszerrel különítettük el. A vizsgálat során a tollak különböző méreteit rögzítettük, majd statisztikai próbákkal (leíró statisztika, diszkriminancia analízis, logisztikus regresszió) kerestük a szignifikáns különbségeket. Eredményeink alapján három változó (cséve átmérője, tollgerinc hossza, teljes zászló szélessége) alkalmas a fajok elkülönítésére, illetve azonosítására. A vizsgálat legfontosabb eredménye a morfometriai módszerek alkalmazhatóságának bizonyítása volt a vedlett tollak faji szintű azonosítása során. Jelen vizsgálat mindössze két fajra terjed ki, ezért javasoljuk adatbázis létrehozását további fajok bevonásával, így elősegítve a tudományos vizsgálatokban egyre nagyobb teret nyerő vedlett tollas mintagyűjtés hatékonyságának javítását.

Kulcsszavak: *Columbidae*; leíró statisztika; diszkriminancia analízis; logisztikus regresszió; toll karakterisztika; geometriai vizsgálat; nem-invazív mintagyűjtés

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Vanda Vurst for sampling, Ádám Szakács for sampling and measurements. The manuscript has been proof-read by Wiley Editing Services. The experiment done in this study complies with the current laws of Hungary.

This research was supported by EFOP-3.6.1-16-2016-00017 „Internationalisation, initiatives to establish a new source of researchers and graduates, and development of knowledge and technological transfer as instruments of intelligent specialisations at Széchenyi István University“

REFERENCES

- Alström, P., Saitoh, T., Williams, D., Nishiumi, I., Shigeta, Y., Ueda, K., - Irestedt, M., - Björklund, M., - Olsson, U.* (2011). The Arctic Warbler *Phylloscopus borealis*—three anciently separated cryptic species revealed. *Ibis*. 153(2), 395-410.
- Bachmann, T., - Klän, S., - Baumgartner, W., - Klaas, M., - Schröder, W. - Wagner, H.* (2007): Morphometric characterisation of wing feathers of the barn owl *Tyto alba pratincola* and the pigeon *Columba livia*. *Frontiers in Zoology*. 4(1), 23.
- Blasco-Zumeta, J., - Heinze, G.M.* (2006a): Feral Pigeon/Rock Dove. *Identification Atlas of Birds of Aragon*, http://aulaenred.ibercaja.es/wp-content/uploads/259_RockDoveClivia.pdf. Accessed 14 September 2015
- Blasco-Zumeta, J., - Heinze, G.M.* (2006b): Collared Dove. *Identification Atlas of Birds of Aragon*, http://aulaenred.ibercaja.es/wp-content/uploads/262_CollaredDoveSdecaocto.pdf. Accessed 14 September 2015.
- Chamberlain, D.E., - Vickery, J.A., - Glue, D.E., - Robinson, R.A., - Conway, G.J., - Woodburn, R.J., - Cannon, A.R.* (2005): Annual and seasonal trends in the use of garden feeders by birds in winter. *Ibis*. 147(3), 563-575.
- Coombs, C.F.B., - Isaacson, A.J., - Murton, R.K., - Thearle, R.J.P. - Westwood, N.J.* (1981): Collared doves (*Streptopelia decaocto*) in urban habitats. *Journal of Applied Ecology*. 18, 41-62.

Cuthbert, R.J., - Phillips, R.A., - Ryan, P.G. (2003): Separating the Tristan Albatross and the Wandering Albatross using morphometric measurements. *Waterbirds*. 26(3), 338-344.

Gómez-Díaz, E., - González-Solis, J., - Peinado, M.A., - Page, R.D. (2006): Phylogeography of the *Calonectris* shearwaters using molecular and morphometric data. *Molecular phylogenetics and evolution*. 41(2), 322-332.

Hingee, M., - Magrath, R.D. (2009): Flights of fear: a mechanical wing whistle sounds the alarm in a flocking bird. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 276, 4173-4179.

IBM Corp. (2012): IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.

KöM decree. (2001): 13/2001. (V. 9.) KöM rendelet a védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közzétételéről. https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0100013.kom. Accessed 22 June 2017

Liordos, V., - Goutner, V. (2008): Sex determination of Great Cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) using morphometric measurements. *Waterbirds*. 31(2), 203-210.

McDonald, P.G., - Griffith, S.C. (2011): To pluck or not to pluck: the hidden ethical and scientific costs of relying on feathers as a primary source of DNA. *Journal of Avian Biology*. 42(3), 197-203.

Møller, A.P., - Couderc G., - Nielsen, J.T. (2009): Viability selection on prey morphology by a generalist predator. *Journal of Evolutionary Biology*. 22(6), 1234-1241.

Moneva, C.S.O., - Demayo, C.G. - Torres, M.A.J. (2011): Variability in the wing and tail feathers of the Rock Pigeon (*Columba livia*). In *Proceedings of International Conference on Environmental Science and Technology (ICEST 2011)*. <http://ipcbee.com/vol6/no2/73-F20069.pdf>. Accessed 30 September 2015

Shawkey, M.D., - D'Alba, L., - Wozny, J., - Eliason, C., - Koop, J.A. - Jia, L. (2011): Structural color change following hydration and dehydration of iridescent mourning dove (*Zenaida macroura*) feathers. *Zoology*. 114(2), 59-68.

Taberlet, P., - Waits, L.P. - Luikart, G. (1999): Noninvasive genetic sampling: look before you leap. Trends in Ecology & Evolution. 14(8), 323-327.

ZOLTÁN BAGI

University of Debrecen,
Institute of Animal Sciences, Biotechnology and Nature Conservation,
Laboratory of Animal Genetics,
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
Email: bagiz@agr.unideb.hu

JÁNOS POSTA

University of Debrecen,
Institute of Animal Sciences, Biotechnology and Nature Conservation,
Department of Animal Husbandry
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
Email: postaj@agr.unideb.hu

SZILVIA KUSZA

University of Debrecen,
Institute of Animal Sciences, Biotechnology and Nature Conservation,
Laboratory of Animal Genetics
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
Email: kusza@agr.unideb.hu



Takarmányként használt halcsalik, etetőanyagok, takarmány alapanyagok és haltakarmány nemkívánatos kémiai elem és nyomelem tartalmának vizsgálata

TÓÁSÓ GYULA¹ – KALOCSAI RENÁTÓ¹ – NAGY JÁNOS²

¹ Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Mosonmagyaróvár

² MOL-NYRT

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a kereskedelmi forgalomban kapható több száz féle halcsaliból, haltakarmányból és haltakarmány alapanyagból tíz különböző mintát vizsgáltak. Az egyes minták kémiai elemtartalmát a közleményben nem kívánták azonosíthatóvá tenni a piacon jelen lévő márkákkal. A vizsgált termékek az 1. és 2. táblázatban kerültek felsorolásra.

A vizsgált minták kémiai elemtartalma csak néhány esetben haladta meg a határértéket. Sajnálatos és figyelmeztető azonban, hogy néhány mintában a határértéket meghaladó elemtartalom a legkevésbé kívánatosak közül került ki: higany (178,31 %), szelén (202,22 %) és arzén (108,9 %) [piros háttér].

Néhány, ugyancsak toxikus elem koncentrációja megközelítette vagy meghaladta a határérték egyharmadát: ólom (84,08 %), kadmium (77,56 %) [sárga háttér].

A halcsalik és etetőanyagok nem tartoznak a takarmányok közé, bár felhasználási módjuk és az általuk okozott kockázat miatt célszerű lenne mielőbb oda sorolni azokat. Jelenleg a hivatalos és amatőr gyártók, valamint a kereskedők hozzáértésén és lelkiismeretén múlik, hogy a horgászok mit juttatnak be a vizekbe, az ökológiai rendszerbe, a táplálékláncba, végső soron mivel és mennyire szennyezett hal kerül az asztalunkra.

Hazánkban a kereskedelmi forgalomban kapható halcsaliból és hal etető anyagokból évente óriási mennyiség, néhányszor 100 000 kg kerülhet a felszíni vizeinkbe. A szerzők információi szerint a mindenféle ellenőrzés nélkül előállítottak mennyiségének értéke jóval meghaladhatja a hivatalos forgalmat. A szerves kémiai szennyezők - anyagi tulajdonságaikból adódóan - a felszíni vizeinkből (és máshonnan sem) fognak eltűnni, soha nem bomlanak le, soha nem tudnak „békés” anyagokká alakulni. Ellenkezőleg, a mérgező szerves kémiai elemek a környezetükben felhalmozódnak és szerves vegyületekbe épülésükkel toxikusságuk nő.

A nagy környezeti katasztrófákból megtanulhattuk, hogy a toxikus elemek feldúsulásuknak, akkumulációjuknak köszönhetően a táplálékláncon végig haladnak az alacsonyabb rendű élőlényektől az emberig súlyos megbetegedéseket okozhatnak.

A felszíni vizeinkbe kerülő nagy mennyiségű, nemkívánatos anyagok többféle úton jelenthetnek az ember számára veszélyt. Ezek egyrészt feldúsulhatnak olyan vízi élőlényekben (jól felvehető szerves kötésben), melyeket az ember elfogyaszt, másrészt a felszíni vizek aljzatában, iszapjában feldúsulva leszivároghatnak az ivóvízadó rétegekig.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a takarmányként használt halcsalik, etetőanyagok, takarmány alapanyagok és haltakarmányok bizonyos toxikus elemekből határérték közeli, illetve feletti mennyiséget tartalmaznak, ezáltal nagymértékű feldúsulásuk valószínűsíthető az élő szervezetekben, mely az ember számára is veszélyt jelenthet.

A kapott eredmények további vizsgálatok igényét vetik fel annak érdekében, hogy a gyártók tisztában legyenek előállított termékeik beltartalmi összetételével és az eredmények ismeretében csökkenteni tudják a veszélyes elemek magas koncentrációjú jelenlétét.

Kulcsszavak: haltakarmány, halcsali, toxikus elemek

BEVEZETÉS

Több mint fél évszázada ismert, hogy bizonyos elemek és vegyületek megjelenése az emberi környezetben, azok feldúsulása az alacsonyabb rendű élőlényekben a tápláléklánc magasabb szintjén található fogyasztók számára is veszélyt jelent.

A leggyakrabban emlegetett, szennyezett vízben felnőtt tengeri halak és más élelmiszer alapanyagok fogyasztása által okozott katasztrófák közé tartozik a higany által előidézett Minamata-kór és a kadmium vegyületek által okozott itai-itai betegség, melyeket Japánban azonosítottak a 20. század közepén (*Harada és Masazumi, 1972; Philip Wexler, 2005*).

A higany- és a kadmium-vegyületek által okozott mérgezés felfedezése után tudományos közlemények sokasága foglalkozott a különböző szintű vízi és szárazföldi élőlények (algák, kagylók, rákok, halak, gombák, növények és állatok) elemakkumulációjának vizsgálatával és az ember számára veszélyt jelentő feldúsulásával.

Hogy mennyire közel vannak hozzánk az ilyen jellegű veszélyforrások bizonyítja, a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) közleménye, mely szerint 2016. májusában hazánkban higannyal szennyezett vietnámi eredetű kardhalsteaket vontak ki a forgalomból.

Vizsgálataink során célul tűztük ki, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható halcsalik, etetőanyagok, haltakarmányok és haltakarmány adalékanyagok közül néhánynak a kiválasztott kémiai elem-tartalmát megmérjük, azt közzé téve felhívjuk a figyelmet arra, hogy mi emberek helytelenül végzett szabadidős tevékenységünkkel is veszélyeztethetjük az élelmiszerláncot, természetes vizeinkben és a bennük található élőlényekben is előfordulhat jó néhány toxikus elem feldúsulása, mely az ember számára már komoly kockázatot jelenthet.

Jelen közleményünkben nem volt célunk a többszáz-féle ismert halcsali, etetőanyag, haltakarmány és haltakarmány adalékanyag közül csak az általunk kiválasztottak esetlegesen magas, határérték közeli és határérték feletti ionkoncentrációit kiemelni, illetve azokat a márka-, illetve terméknévvel összekapcsolni. Ebből adódóan szándékunk szerint az analizált minták és a táblázatokban szereplő elemkoncentráció értékek nem azonosíthatók.

Hazánkban 2015-ben 6,35 kg/fő volt a halfogyasztás. Ennek, az éves szinten mintegy hat kilogrammos hazai fejenkénti fogyasztásnak a megduplázását tűzte ki célul a kormány. E szándék is indokolja azon kockázatok áttekintését, melyek a hazai halhús, az import tengeri hal és „tenger gyümölcsei” fogyasztásával kapcsolatosak.

Szükségesnek tartjuk, hogy az élő vizeinkbe kerülő különféle anyag, így a horgászok által bejuttatott készítmények összetételéről is minél többet tudjunk. Egy ilyen nagyhorderejű átfogó vizsgálat jelenleg meghaladja egyetemünk, tanszékünk jelenlegi lehetőségeit

Szükségesnek tartjuk az általunk elvégzettekhez hasonlóan a forgalmazott termékek alapos vizsgálatát, többek között azért is, mert a jelenleg divatossá és meghatározóvá váló, horgászszerszökökkel folytatott halcsapdázó, halfogó, úgynevezett bojlizós módszernek köszönhetően évente többszázezer kg – a klasszikus etetőanyagok és haltakarmányok összetételétől gyakran jelentősen eltérő összetételű – etető- és csali-bojli és pellet kerül a természetes vizeinkbe (nem csak a horgászvizekbe). A bojlizó horgász a jól felépített marketing eszközöknek köszönhetően kutya és macskatápon keresztül a tengeri állatok feldolgozott hulladékán át szinte bármit bejuttat a horgászvízbe azért, hogy kifogja álmai halát. A gyártók és kereskedők által feltűzelt horgászok elősegítik a nemkívánatos elemek, vegyületek és anyagok bejuttatását és feldúsulását az élővizekben, az üledékben és a vízi élőlényekben.

Vizsgálatainkkal és a kapott eredmények bemutatásával szeretnénk felhívni a rendeletek és jogszabályok alkotóinak figyelmét egy „új”, környezetvédelmi és élelmiszerbiztonsági kockázatra

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A Minamata kórként ismert higanymérgezés a japán Minamata-öbölben lejátszódott fém higanyt szerves higanyvegyületekké alakították, amelyek a táplálékláncon keresztül bejutottak az emberek szervezetébe. A szerves higany a táplálékláncban feldúsult, és a halfogyasztókon heveny higanymérgezés tünetei jelentkeztek. A vizsgálatok kiderítettek, hogy valamennyi érintett vörösvérsejtje sok higanyt tartalmazott. 1962-ben hivatalosan 46 halálesetet és további 71 súlyos esetet ismertek el.

Az itai-itai betegség a kadmium-mérgezés következtében kialakuló betegség. Fájdalmas csontritkulással, csonttörésekkel jár (*Yeung et al. 2005*). Kimenetele sokszor halálos lehet. A kadmium növényekben feldúsulva jutott az emberek szervezetébe. A kadmium a csontokban akkumulálódik, a vesekárosodás következtében fellépő kalcium- és foszfor-anyagszere zavart csontláguláshoz, csontritkuláshoz vezethet. Japánban a

mérgezését az okozta, hogy a kadmiummal terhelt talajon termesztett rizzsel a kadmium nagy mennyiségben jutott be az emberek szervezetébe (Kerényi, 2003).

Az elmúlt évtizedekben a külföldi és hazai tudományos közlemények sokasága foglalkozott a vízi élővilágot ért geológiai és antropogén szennyeződések hatásaival.

Leland és Kuwabara (1985) szerint az édesvízi halak bizonyos határok között képesek a réz, a króm, a molibdén és cink, valamint néhány toxikus fém, mint kadmium és higany szintjét szabályozni, míg Bryan (1979) megállapítása szerint azok a szervezetek, melyek nem képesek eliminálni a szennyeződések, idővel felhalmozzák őket és így az idősebb egyedeknél a feldúsulás fokozottabb mértékben jelentkezik.

Sándor és munkatársai (2000) közleményükben arról számolnak be, hogy a természetes vízi pontyok cink tartalma magasabb, mint a tenyésztett egyedek esetében. Széles ingadozást tapasztaltak a különböző élőhelyekről származó halminták toxikus nyomelem tartalmában. A toxikus nyomelemek, így az ólom, kadmium, arzén, higany dúsulása a környezetszennyezés legveszélyesebb formáját jelenti, s ez alapvető egészségügyi, gazdasági és ökológiai kockázatot jelent. Megállapítják, hogy a legtöbb nehézfém esetében az értékek többsége nem haladja meg az egészségügyi határértéket és az eltérések okaként a geokémiai sajátosságokat, a környezeti szennyező forrásokat, valamint és a takarmányozási különbségeket nevezik meg.

Farkas (2002) doktori munkájában a Balaton antropogén szennyezettségének vizsgálatát végezte bioindikátorok segítségével. A *crustacea* planktonok esetében a réz, ólom és cink, míg a halak esetében a higany feldúsulása volt jelentős mértékű. A zooplankton és az azonos régióból származó vízminták nehézfém-tartalma között szoros korrelációt mutatott ki kadmium, réz és cink esetében. A jobbára vagy kizárólag a vízfenéken táplálékot fogyasztó fajok (angolna, dévérkeszeg) szerveiben esetében a kadmium, réz, ólom és cink, míg a ragadozó fogassüllő szerveiben a higany feldúsulása volt jellemző. A szerző saját mérései és korábbi kutatási eredmények alapján megállapítja, hogy a Balaton higany szennyezettsége az elmúlt kettő évtizedben szignifikánsan csökkent.

Biróné és munkatársai (2009) nehézfém koncentrációkat vizsgáltak biohal termelésre tanúsított és átállás alatti tóban, az üledékben, a planktonban és a halhús mintákban. Megállapításaik szerint a szerves mikro-szennyezők közül a nehézfémek könnyen felhalmozódhatnak az élő szervezetekben, mivel szoros kapcsolatba léphetnek a szerves

vegyületek (elsősorban a fehérjék) kén atomjaival, és a felhalmozódás során denaturálják a fehérjék, elsősorban az enzim-fehérjék jelentős részét. Különösen veszélyes a higany, a kadmium, az ólom és a króm, de nem sokkal marad el tőlük a nikkell sem. Méréseik szerint az üledékminták átlagos nehézfém koncentrációja minden esetben kisebb volt az ökológiai gazdálkodású tóban, mint az átállás alatt lévőben. Az üledékminták Cd és Pb koncentrációja a lehetséges toxicitás küszöbszintje alatt volt mindkettő esetben. A Cr és a Ni esetében az átállási tóban találtak határérték feletti koncentrációkat, a Ni értéke a kedvezőtlen biológiai hatást kiváltó határértéket is meghaladta. Az üledék szervesanyag-tartalma és a Cr, az összes P és a Cd, továbbá a Ni és az Pb között pozitív korrelációt figyeltek meg. A plankton minták esetében a Cd, Cr és az Pb mennyisége lényegesen kisebb volt a biohal termelésre tanúsított halastóban, mint az átállás alatt lévőben.

Mézes és munkatársai (2010) a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-10-0011 pályázat keretében a különböző halcsalik fő komponenseinek vizsgálatát végezték és rámutattak a halcsalik besorolásának hiányosságaira és ellentmondásaira: az „EU szabályozás szerint halcsali nem létezik, a hazai szabályozás szerint pedig nem takarmány”.

Csengeri és Váradi (2004) halhúsok és halászati termékek élelmiszerbiztonsági kockázatait vizsgálták. Közleményükben megállapítják, hogy a „kémiai szennyeződések tekintetében az üledékben felhalmozódó, illetve a halak nevelésére szolgáló vízbe ipari, mezőgazdasági és kommunális eredetű szennyező anyagok juthatnak, melyek bekerülése esetenként csak a végtermék vizsgálatakor derül ki. A vízi tápláléklánc (táplálék hálózat) sajátos rendszere, a víz és az üledék és a bennük élő szervezetek kölcsönhatása egyes nehezen lebomló (perzisztens) szerves anyagok és a nehézfémek esetében ezeknek az anyagoknak a halhúsban történő felhalmozódásához vezethetnek”. Vizsgálataik szerint a természetes vizekben élő és a tógazdaságban nevelt halak között a nyomelem tartalomban is különbségek lehetnek. A táplálékon kívül az esszenciális fémek felhalmozódása vagy hiánya a halakban, szoros összefüggésben van a vízi környezet minőségével. A vízi környezet minősége kedvezőtlenül és ellenőrizhetetlenül változhat, s ennek következtében a nyomelemek koncentrációja a halakban is ingadozhat és nem megbízható összetételt jelent a fogyasztó számára. A toxikus nyomelemek: az ólom, kadmium, arzén, higany dúsulása a környezetszennyezés legveszélyesebb formáját jelenti, s ez alapvető egészségügyi, gazdasági és ökológiai

kockázatot jelent. A szerzők véleménye, hogy a feldolgozás és tárolás során alkalmazott eljárások, kötelező szabályok alkalmazása minimalizálja a veszélyforrásokat, de előfordulhatnak a feldolgozótól független, az élőhal előállítás során korábban kialakult veszélyforrások. Megemlítik annak lehetséges veszélyét is, hogy takarmányozással is nemkívánatos szennyeződések jelentkezhetnek a halhúsban (állatgyógyászati szerek, szermaradványok, nehézfémek).

Gyires és Fürst (2011) az élő szervezetekre toxikus hatással bíró fémek hatásmechanizmusát elemezték.

Az FDA Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990-2012) Tanulmány összefoglalást közöl a mexikói öbölből származó, élelmiszer alapanyag tengeri élőlények higanytartalmáról. A potenciális élelmiszerek szennyezettsége a ragadozóknál lényegesen magasabb, jól reprezentálva azt a korábbi tudományos megállapítást, hogy a táplálékláncon dúsulnak ezek a szennyezések.

Gál és munkatársai (2013) az „Élelmiszerbiztonság és gasztronómia vonatkozású egyetemi együttműködés” című munkaanyagukban a haltermeléssel kapcsolatos egyik legveszélyesebb, és a legnagyobb problémát a higany feldúsulásában látják. Bár ez a veszély – véleményük szerint - főleg tengeri halak esetében fordul elő, azonban a dunai menyhal (*Lota lota*) izomzatában (0,912 mg/kg) és a májában (1,49 mg/kg) mért magas, határérték feletti higanytartalom figyelmeztető jel a hazai halak toxikus elemtartalmára vonatkozóan is. Megállapítják, hogy „a táplálék-láncon keresztül szinte minden vegyi anyag bejuthat és feldúsulhat a vízi szervezetekben.”

Czédli (2014) doktori munkájában halak nehézfém-tartalmának elemzését végezte különböző elemanalitikai módszerekkel.

Kőnigné (2014) doktori munkájában nehézfémek bioszorpcióját vizsgálta. Munkája során különböző baktérium- és algasejtek adszorpciós képességét hasonlította össze nehézfém-ionokra.

Molnár (2014) a horgászat egyik legdinamikusabban fejlődő ágának a bojlis horgászatnak a vizekre és a halak egészségére gyakorolt hatását vizsgálta. Véleménye szerint a bojlis, különösen a kisebb, intenzíven telepített horgásztavakon, olyan mennyiségben kerülhet a vízbe, hogy az takarmánynak tekinthető és ez szerinte akár káros is lehet a halakra. A vizsgálatai ezeknek a káros hatásoknak a feltérképezésével foglalkoztak. Zebradánió elvégzett kísérletei alapján javasolja a nagy mennyiségben

felszíni vizekbe juttatott horgászcsalik vízkémiai és toxikológiai vizsgálatát valóban releváns fajon (leginkább pontyon) a valóságnak leginkább megfelelő jelenségek megismerésére.

Az European Food Safety Authority (EFSA) (2015) az élelmiszerekben előforduló szennyezőként ír az arzénről, a kadmiumról, az ólomról és a higanyról. Ezek a kémiai elemek előfordulnak a környezetben, úgy a talajban, mint a vízben és a légkörben is. A rosszul végzett emberi tevékenység, például az ipar, mezőgazdaság, élelmiszer feldolgozás és tárolás, valamint a közlekedés következtében egyes helyeken nagyon megnő az előfordulásuk. Ezen elemek vegyületei a szennyezett vízzel és élelmiszerrel bejutnak az emberi szervezetbe, veszélyeztetik azt. A nikkeltartalommal az élelmiszerekben nem szabályozták a nikkeltartalmat. Az ivóvízben és az ásványvízben 20 mikrogramm/liter a határérték. Célszerűnek tartják a napi tolerálható bevitelt (TDI) testsúly-kilogrammonként 2,8 mikrogrammban meghatározni.

Nevezett szervezet az elfogyasztott élelmiszerekkel bevitt heti metil-higany mennyiséget (TWI) 1,3 mikrogramm/testsúlykilogrammban kívánja szabályozni. Nem ajánlják heti egy-két adagnál több tengeri hal és seafood elfogyasztását.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az 1. táblázatban tüntettük fel a vizsgálatra kiválasztott, a hazai kereskedelmi forgalomban vásárolható halcsalikát és hal etetőanyagokat.

A 2. táblázatban tüntettük fel a vizsgálatra kiválasztott, kereskedelmi forgalomban vásárolható haltakarmány alapanyagokat

A minták feltárása

A mintákat porítás után 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd 2-4 g-t belőlük analitikai mérlegen pontosan bemértünk Erlenmayer lombikokba. Minden mintából három bemérést végeztünk. 20 cm³ 65 %-os HNO₃ oldatot adtunk minden mintához. Három vakpróbát is készítettünk. Egy éjszakai állás után melegíteni kezdtük

az oldatokat, majd a roncsolódás előrehaladását követően, lehűtés után 10 cm³ 30 %-os H₂O₂ oldatot adtunk a mintákhoz. A roncsolást addig folytattuk, míg a minták víztiszták lettek. A kis térfogatra történt bepárlás után, az oldatokat 25 cm³-re töltöttük 0,1 mol/dm³-es HNO₃ oldattal.

A felhasznált vegyszerek:

- Salétromsav 65%-os Suprapur (Merck)
- Hidrogén-peroxid 30 % (Spectrum 3D)

1. táblázat A vizsgált, teljes értékű haltakarmányként használt termékek; halcsalik és hal etetőanyagok

Table 1 Tested products; baits and feed used as wholesome fish fodder

A minta megnevezése (1)	A minta fajtája (2)
Carp Zoom Pellet Honey Energofish	Pellet
Carp Zoom Boilie	Bojli
Carp Zoom Halibut Pellet	Pellet
Dynamite Hi Attract Boilie	Bojli
Maros Mix Halibut Pellet	Pellet
Swim Stim Green Pellet	Pellet
Szarvas Haltáp	Teljes értékű takarmány halak számára

(1) Sample designation, (2) Sample type

Forrás: saját szerkesztés 2017

2. táblázat A vizsgált haltakarmány alapanyagok

Table 2. Tested basic components of fish feed

A minta megnevezése (1)	A minta fajtája (2)
Carp Food S-carp	Hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmány-alapanyag
Dynamite Baits Marine Halibut halliszt	Hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmány-alapanyag
Pelzer Baits Liver extract	Állati eredetű takarmány-alapanyag

(1) Sample designation, (2) Sample type

Forrás: saját szerkesztés 2017

A minták előkészítése méréshez

A laboratóriumba érkezett előkészített mintákat alaposan összeráztuk. A mintákból 10 ml-t kimértünk automata pipetta segítségével és egyszer használatos műanyag kupakos PP csöbe töltöttük. A minták esetében 300 µl nagy tisztaságú tömény salétromsav hozzáadásával biztosítottuk a megfelelő savkoncentrációt, illetve 200 µl Y (1 mg/l) belső sztenderdet pipettáztunk a mintához, hogy nyomon követhetőek legyenek az előkészítés, mérés során fellépő az esetleges veszteségek. Amennyiben a mért koncentráció a kalibrált tartományon kívül esett, a további hígítást úgy számoltuk ki, hogy a várt érték a tartományon belül legyen.

Felhasznált anyagok, vegyszerek:

- Sartorius stedim arium® pro UV I DI víztisztító rendszerrel előállított nagy tisztaságú víz (0,055 µS/cm c)
- Salétromsav 65%-os Suprapur (Merck)
- ICP többelemes sztenderdoldat XVI. (Merck)
- Ittrium (Y) ICP sztenderdoldat (Merck)
- Higany AAS standardoldat (Merck)

A minták mérése

A vizsgálatokra előkészített, feltárt minták elemtartamának meghatározását a Synlab Hungary Kft. Kecskeméti Környezetanalitikai Laboratóriuma végezte. A méréseket NexION® 300X típusú ICP-MS készülékkel végeztük (a spektrális zavarás kiküszöbölése érdekében a standard módon kívül megvalósítható a KED (ütközési cella – He) módban való mérés is).

Az ICP-MS mérés során a mintaoldatot porlasztjuk és az így létrehozott aeroszolt argon-gázáram segítségével az induktív csatolású plazmába juttatjuk. A bevitt oldat elemeiből a plazma 6-10000 °K hőmérsékletén szabad atomok, illetve termikus ionizációval ionok keletkeznek. A keletkezett ionokat a tömeg-spektrométerben tömeg/töltés arányuk szerint szétválasztjuk és a meghatározandó elem ionjának mennyiségére jellemző beütésszámot elektron-sokszorozó segítségével mérjük. Ez a beütésszám arányos a koncentrációval. A módszer nagy előnye, hogy a jelintenzitás és a koncentráció közötti kapcsolat általában 5 vagy több nagyságrenden keresztül lineáris.

A készülék automatikusan számol a programba beírt hígításokkal; vakkorrekciót illetve az Y jeléből számolt korrekciót alkalmaz a minták esetén a lehető legpontosabb mérés megvalósításának érdekében.

Kapcsolódó szabványok: MSZ EN ISO 17294-1 és MSZ EN ISO 17294-2.

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

A vizsgálati eredményeinket a Magyar Közlöny 2003/42 számában (továbbiakban Közlöny) megjelent, „A földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 44/2003. (IV.26.) FVM rendelete (továbbiakban Rendelet) a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól” szerint csoportosítottuk. Az általunk vett és feldolgozott minták, felhasználásuk szerint haltakarmánynak (1-6 és 13 minta), illetve haltakarmány alapanyagoknak (11-14 minta) számítanak, ennek megfelelően úgy döntöttünk, hogy a fent hivatkozott rendelet takarmányokra és takarmány alapanyagokra vonatkozó előírásaihoz hasonlítjuk azok általunk vizsgált jellemzőit.

3. táblázat A tömegállandóságig szárított teljes értékű haltakarmányként használt termékekben az általunk vizsgált kémiai elemek mennyisége

Table 3. Quantity of examined chemical elements in products used as wholesome fish fodder, dried to net dry weight

Vizsgált elemek (1)	A tömegállandóságig szárított minta sorszáma és a mért anyag tartalma (µg/kg) (2)						
	1	2	3	4	5	6	13
Al	20 210	18 483	18 158	21 190	13 133	17 173	41 287
As	54,30	29,42	1 431	1 207	1 475	1 387	395
Zn	52 914	18 605	17 680	55 045	15 072	46 416	27 159
Hg	50,03	34,66	19,28	12,49	63,18	18,12	171
Cd	28,19	30,07	46,83	440	86,65	49,25	126
Co	22,65	13,24	38,37	494	34,30	59,34	74,62
Cr	127	103	197	228	186	182	189
Mn	21 975	28 816	14 101	20 288	8 602	26 912	23 367
Mo	426	482	1 434	1 106	1 099	734	619
Ni	523	317	449	162	213	233	1 274
Pb	169	68,55	158	261	336	86,40	183
Cu	2 420	2 237	3 111	6 370	1 678	4 019	5 675
Se	243	214	444	1 315	850	481	1 123
Fe	60 404	17 605	26 237	413 286	33 160	150 636	81 537

(1) Tested elements, (2) Serial numbers of the examined samples dried to net dry weight and their measured element content (µg/kg)

Forrás: saját szerkesztés 2017

4. táblázat A tömegállandóságig szárított haltakarmány alapanyagokban az általunk vizsgált kémiai elemek mennyisége

Table 4. Quantity of tested chemical elements in basic fish feed compounds, dried to net dry weight

Vizsgált elemek (1)	A tömegállandóságig szárított minta sorszáma és a mért anyagtartalma (µg/kg) (2)		
	11	12	14
Al	49 615	120 815	11 683
As	907	12 375	76,96
Zn	42 478	31 633	30 801
Hg	56,68	362	202
Cd	75,70	39,24	44,59
Co	53,37	28,82	170
Cr	634	225	1 308
Mn	28 233	582	5 744
Mo	700	57,13	521
Ni	299	125	494
Pb	172	54,64	9 554
Cu	4 860	1 022	4 415
Se	410	2 979	1 202
Fe	113 239	66 534	91 616

(1) Tested elements, (2) Serial numbers of the examined samples dried to net dry weight and their measured element content (µg/kg)

Forrás: saját szerkesztés 2017

AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A vizsgálati eredményeinket a Magyar Közlöny 2003/42 számában (továbbiakban Közlöny) megjelent, „A földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 44/2003. (IV.26.) FVM rendelete (továbbiakban Rendelet) a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól” által előírt határértékekhez hasonlítottuk:

A Közlöny „Nemkívánatos anyagok és termékek megengedett mennyiségei a takarmányokban (3225 oldaltól)” által használt szakkifejezéseket, megnevezéseket, mértékegységeket és takarmány nedvességtartalmából (12 %) számított szárazanyagtartalmat (88 %), illetve ott szabályozott anyagtartalmat használtuk

A Közlöny II. „A takarmányozásban felhasználható adalékanyagok csoportjai”, „10. Nyomelemek (3254 oldaltól)” előírtak szerint használtuk a szakkifejezéseket,

megnevezéseket, mértékegységeket és a takarmány nedvességtartalmából (12 %) számított szárazanyagtartalmat (88 %), illetve az ott szabályozott adalékanyag tartalmát.

Az alábbiakban az 5. illetve a 6. táblázatban mutatjuk be a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásaiból merített, általunk vizsgált nemkívánatos anyagokkal és adalékanyagként használható nyomelemekkel kapcsolatos mennyiségi előírásokat.

A tömegállandóságig szárított minták elemzésénél kapott mérési eredményeinket rendre átszámítottuk a Rendelet szerinti 12 %-os nedvességtartalomra, illetve az ennek megfelelő 88 %-os szárazanyag tartalomra.

Az előbbieket szerint kiszámított anyagtartalmát, illetve a maximálisan megengedett mennyiségeket a minták fajtájának megfelelően a 7., 8. és 9. táblázatban szerepeltetjük.

Rendre összehasonlítottuk az adott mintacsoportok, minták mért és 88 %-os szárazanyag tartalomra átszámított anyagtartalmát a maximálisan megengedett mennyiséggel, melyeket a 10., 11. és 12. táblázatban mutattunk be. Piros kitöltő színnel jelöltük a határérték túllépést, sárga kitöltő színnel pedig a határérték 1/3 részének átlépését. Ez utóbbit figyelemfelkeltésként azért emeltük ki, mert köztudottan a halak és más vízi élőlények, valamint a víztest más alkotói, különös tekintettel az iszapra, megkötik és hosszú időn keresztül felhalmozzák ezeket az anyagokat.

5. táblázat Az általunk vizsgált nemkívánatos anyagok törvényben megengedett maximális mennyiségei a haltakarmány alapanyagokban és a teljes értékű haltakarmányként használt termékekben

Table 5. Maximum legal amount of tested unwanted substances in basic fish feed compounds and products used as wholesome fish fodder

Elemek (1)	Takarmányok maximálisan 12% nedvességtartalommal (2)	Maximális megengedett mennyiség (mg/kg)(3)
As	Takarmány-alapanyagok	2
	kivéve fűből, szárított lucernából és lóheréből készült liszt; szárított cukorrépa pép és szárított cukorrépa szelet takarmány-alapanyagok	4
	kivéve foszfátok és hal vagy más tengeri állatok feldolgozásából kapott takarmány-alapanyagok	10
	Teljes értékű takarmányok	2
	kivéve halaknak szánt teljes értékű takarmányok	4
	Kiegészítő takarmányok	4
	kivéve ásványi eredetű kiegészítő takarmányok	10
Cd	Növényi eredetű takarmány-alapanyagok	1
	Állati eredetű takarmány-alapanyagok	2
	kivéve a kedvtelésből tartott állatok takarmányaiban felhasznált takarmány-alapanyagok	n. a.
	Foszfátok	10
	Teljes értékű takarmányok kérődzőknek	1
	kivéve teljes értékű takarmányok borjaknak, bárányoknak, gidáknak	n. a.
	Teljes értékű takarmányok más állatoknak	0,5
	kivéve kedvtelésből tartott állatok takarmányai	n. a.
	Ásványi takarmányok	5
	Egyéb kiegészítő takarmányok kérődző állatfajoknak	0,5
Hg	Takarmány-alapanyagok	0,1
	kivéve hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmányok	0,5
	Teljes értékű takarmányok	0,1
	kivéve kutya és macska teljes értékű takarmányok	0,4
	Kiegészítő takarmányok	0,2
	kivéve kutyáknak és macskáknak szánt kiegészítő takarmányok	n. a.

Pb	Takarmány-alapanyagok	10
	kivéve zöldtakarmány	40
	kivéve foszfátok	30
	kivéve élesztő	5
	Teljes értékű takarmányok	5
	Kiegészítő takarmányok	10
	kivéve ásványi eredetű kiegészítő takarmányok	30

na: nincs adat / not available

(1) Elements, (2) Feeds with a maximum moisture content of 12%, (3) Maximum allowed quantity (mg/kg)

Forrás: saját szerkesztés 2017

6. táblázat A haltakarmány alapanyagokban és a teljes értékű haltakarmányként használt termékekben az általunk vizsgált nyomelemek törvényben megengedett maximális mennyiségei

Table 6. Maximum legal amount of studied trace elements in basic fish feed compounds and products used as wholesome fish fodder

A nemkívánatosak kivételével a meghatározott elemek (1)	A takarmányozásban felhasználható nyomelemek (2)	Korlátozások (3)	Maximális megengedett mennyiség (mg/kg) (4)
Al			n. a.
Zn	Cink	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	250
Co	Kobalt	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	10
Cr			n. a.
Mn	Mangán	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	250
Mo	Molibdén	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	3
Ni			n. a.
Cu	Réz	Egyéb állatfajok és kategóriák takarmányozására felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	35
Se	Szelén	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	1
Fe	Vas	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	1 250

n.a.: nincs adat / not available

(1) Stipulated elements, unwanted ones excluded, (2) Trace elements allowed in feeding/foraging, (3) Restrictions, (4) Maximum allowed quantity (mg/kg)

Forrás: saját szerkesztés 2017

7. táblázat A teljes értékű haltakarmányként használt termékekben mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem tartalom és azok törvényben előírt határértéke

Table 7. Legal threshold limit of unwanted substance and trace element content measured in products used as wholesome fish food calculated figuring 88% dry matter content

A vizsgált elemek (1)	A 88% szárazanyag-tartalomra átszámított minta sorszáma és mért anyagtartalma [$\mu\text{g}/\text{kg}$] (2)							Maximális megengedett mennyiség (3)
	1	2	3	4	5	6	13	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]
Al	17 785	16 265	15 979	18 647	11 557	15 113	36 333	n. a.
As	47,78	25,89	1 259	1 062	1 298	1 221	348	4 000
Zn	46 564	16 372	15 559	48 440	13 263	40 846	23 900	250 000
Hg	44,03	30,5	16,96	10,99	55,59	15,95	150	100
Cd	24,81	26,46	41,21	387	76,25	43,34	111	500
Co	19,93	11,65	33,77	435	30,18	52,22	65,66	10 000
Cr	112	91,26	173	201	164	160	166	n. a.
Mn	19 338	25 358	12 409	17 853	7 570	23 682	20 563	250 000
Mo	375	424	1 262	973	967	645	545	3 000
Ni	460	279	395	143	187	205	1 121	n. a.
Pb	149	60,34	139	230	296	76,03	161	5 000
Cu	2 130	1 968	2 737	5 606	1 476	3 536	4 994	35 000
Se	214	188	391	1157	748	423	988	1 000
Fe	53 156	15 492	23 089	363 691	29 181	132 560	71 753	1 250 000

n.a.: nincs adat / not available

(1) Tested elements, (2) Serial numbers and element content of the examined samples calculated figuring 88% dry matter content [$\mu\text{g}/\text{kg}$], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

8. táblázat Hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmány alapanyagokban mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalom és azok törvényben előírt határértéke

Table 8. Legal threshold limit of unwanted substance and trace element content measured in basic fish feed components produced with processed fish and sea animals, calculated figuring 88% dry matter content

A vizsgált elemek (1)	A 88% szárazanyag-tartalomra átszámított minta sorszáma és mért anyagtartalma [µg/kg] (2)		Maximális megengedett mennyiség (3)
	11	12	[µg/kg]
Al	43 661	106 317	n. a.
As	798	10 890	10 000
Zn	37 381	27 837	250 000
Hg	49,88	319	500
Cd	66,62	34,53	2 000
Co	46,96	25,36	10 000
Cr	558	198	n. a.
Mn	24 845	512	250 000
Mo	616	50,27	3 000
Ni	263	110	n. a.
Pb	152	48,08	10 000
Cu	4 277	900	35 000
Se	361	2 622	1 000
Fe	99 650	58 549	1 250 000

n.a: nincs adat / not available

(1) Tested elements, (2) Serial numbers and element content of the examined samples calculated figuring 88% dry matter content [µg/kg], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

9. táblázat Állati eredetű takarmány alapanyag mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalom és azok törvényben előírt határértéke

Table 9. Measured quantity of unwanted substance and trace element content measured in basic feed components of animal origins, converted figuring 88% dry matter content, and their legal threshold limit

A vizsgált elemek (1)	A 88% szárazanyag-tartalomra átszámított minta sorszáma és mért anyagtartalma [$\mu\text{g}/\text{kg}$] (2)	Maximális megengedett mennyiség (3)
	14	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]
Al	10 281	n. a.
As	67,72	2 000
Zn	27 105	250 000
Hg	178	100
Cd	39,24	2 000
Co	149	10 000
Cr	1 151	n. a.
Mn	5 055	250 000
Mo	458	3 000
Ni	434	n. a.
Pb	8 407	10 000
Cu	3 885	35 000
Se	1 057	1 000
Fe	80 622	1 250 000

n.a.: nincs adat / not available

(1) Tested elements, (2) Serial numbers and element content of the examined samples calculated figuring 88% dry matter content [$\mu\text{g}/\text{kg}$], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

10. táblázat Teljes értékű haltakarmányként használt termékek mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalma a törvényben előírt határértékhez viszonyítva

Table 10. Measured quantity of unwanted substance and trace element content in products used as wholesome fish fodder converted figuring 88% dry matter content, in comparison to legal threshold limits

A vizsgált elemek	A minta sorszama és a mért anyagtartalom a határértékhez viszonyítva [%] (2)							Maximális megengedett mennyiség (3)
	1	2	3	4	5	6	13	[µg/kg]
Al	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
As	1,19	0,65	31,49	26,56	32,46	30,53	8,71	4 000
Zn	18,63	6,55	6,22	19,38	5,31	16,34	9,56	250 000
Hg	44,03	30,5	16,96	10,99	55,59	15,95	150,49	100
Cd	4,96	5,29	8,24	77,56	15,25	8,67	22,27	1000
Co	0,20	0,12	0,34	4,35	0,30	0,52	0,66	10 000
Cr	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Mn	7,74	10,14	4,96	7,14	3,03	9,47	8,23	250 000
Mo	12,51	14,14	42,09	32,44	32,25	21,53	18,17	3 000
Ni	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Pb	2,98	1,21	2,79	4,61	5,93	1,52	3,24	5 000
Cu	6,09	5,62	7,82	16,02	4,22	10,11	14,27	35 000
Se	21,42	18,89	39,13	115,73	74,80	42,38	98,86	1 000
Fe	4,25	1,24	1,85	29,10	2,33	10,60	5,74	1 250 000

Piros háttér: határérték feletti tartalom. Sárga háttér: határérték harmadát meghaladó tartalom. n.a.: nincs adat

Red highlight: over threshold limit. Yellow highlight: over a third of threshold limit. n.a.: not available

(1) Tested elements, (2) Serial numbers of samples and their substance content comparative to threshold limit [%], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

11. táblázat Hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmány alapanyagok mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalma a törvényben előírt határértékhez viszonyítva

Table 11. Measured quantity of unwanted substance and trace element content in basic fish feed components produced with processed fish and sea animals, converted figuring 88% dry matter content, in comparison to legal threshold limits

A vizsgált elemek (1)	A minta sorszáma és a mért anyagtartalom a határértékhez viszonyítva [%] (2)		Maximális megengedett mennyiség (3)
	11	12	[µg/kg]
Al	n. a.	n. a.	n. a.
As	7,98	108,90	10 000
Zn	14,95	11,14	250 000
Hg	9,98	63,86	500
Cd	3,33	1,73	2 000
Co	0,47	0,25	10 000
Cr	n. a.	n. a.	n. a.
Mn	9,94	0,21	250 000
Mo	20,54	1,68	3 000
Ni	n. a.	n. a.	n. a.
Pb	1,52	0,48	10 000
Cu	n. a.	n. a.	n. a.
Se	36,16	262,22	1 000
Fe	7,97	4,68	1 250 000

Piros háttér: határérték feletti tartalom. Sárga háttér: határérték harmadát meghaladó tartalom. n.a.: nincs adat

Red highlight: over threshold limit. Yellow highlight: over a third of threshold limit. n.a.: not available

(1) tested elements, (2) Serial numbers of samples and their substance content comparative to threshold limit [%], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

12. táblázat Állati eredetű takarmány alapanyag mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalma a törvényben előírt határértékhez viszonyítva

Table 12. Measured quantity of unwanted substance and trace element content measured in basic feed components of animal origins, converted figuring 88% dry matter content, in comparison to their legal threshold limit

A vizsgált elemek / Studied elements	A minta sorszáma és a mért anyagtartalom a határértékhez viszonyítva [%] / Serial numbers of samples and their substance content comparative to threshold limit [%]	Maximális megengedett mennyiség / Maximum allowed quantity
	14	[µg/kg]
Al	n. a.	n. a.
As	3,39	2 000
Zn	10,84	250 000
Hg	178,31	100
Cd	1,96	2 000
Co	1,50	10 000
Cr	n. a.	n. a.
Mn	2,02	250 000
Mo	15,29	3 000
Ni	n. a.	n. a.
Pb	84,08	10 000
Cu	11,10	35 000
Se	105,79	1 000
Fe	6,45	1 250 000

Piros háttér: határérték feletti tartalom. Sárga háttér: határérték harmadát meghaladó tartalom. n.a.: nincs adat

Red highlight: over threshold limit. Yellow highlight: over a third of threshold limit. n.a: not available

Forrás: saját szerkesztés 2017

The study of unwanted chemical and trace element contents of fish bait used as fodder, assorted feeds, basic feed components and fish diets

GYULA TÓÁSÓ¹ – RENÁTÓ KALOCSAI¹ – JÁNOS NAGY²

¹Széchenyi István University Faculty of Agricultural and Food Sciences

²MOL-NYRT

SUMMARY

The authors examined ten different samples of hundreds of kinds of bait, fish feed and basic fish feed components available at the commerce. The authors did not wish to identify the chemical element content of assorted samples with brand names available on the market, the examined products were listed in charts 1 and 2.

The chemical element content of the examined samples exceeded the threshold limit in only in a few cases. However, it is unfortunate and alarming, that in those few samples the elements whose content was over the threshold limit were among the most unwanted ones: mercury (178,31 %), selenium (202,22 %) and arsenic (108,9 %) [highlighted in red].

The concentration of some other toxic elements were close or over the third of their threshold limit: lead (84,08 %), cadmium (77,56 %) [highlighted in yellow].

Fish bait and feed are not classified as an animal food, though their usage and the risk presented by them would make it more advisable to classify them as such as soon as possible. At the present time, it is only up to professional and amateur manufacturers and also the expertise and conscience of traders what fishermen will introduce to waters, ecological systems and the food chain, ultimately what kind and quantity of contamination we will find in the fish that comes to end at our table.

Domestically several times 100 000 kgs of commercially available fish bait and fish feed may pollute the natural open waters. According to the opinion of a domestic manufacturer and wholesaler, the quantity produced non-commercially which is not under any supervision may even exceed commercial quantities.

Inorganic chemical contaminants - deriving from their material characteristics – will not disappear from our open surface waters (or anywhere else), they will not decompose, they will not transform into “neutral” materials. Contrary to that, the

poisonous inorganic chemical elements accumulate in our environment and by incorporating into organic compounds, their toxicity increases.

We could learn from great environmental catastrophes that toxic elements - thanks to their concentration and accumulation – proceed through the food chain from low-class lifeforms to humans serious diseases.

Unwanted substances getting into open surface waters in large quantities pose a threat to mankind in different ways. Firstly, by accumulating (in easily incorporated organic bonds) in aquatic organisms that are consumed by man, secondly, by concentrating in surface waters' beds, their sludge, they can filtrate down to drinking water layers.

Keywords: fish diet, fish bait, toxic elements

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a Synlab Hungary Kft. Kecskeméti Környezetanalitikai Laboratóriumának munkánkhoz nyújtott analitikai segítségét. Kiemelt köszönet illeti Gyurisné Gáspár Erzsébet Laboratóriumvezető Asszonyt, valamint Gerse Viktória laboratóriumvezető-helyettes Asszonyt, akik áldozatos munkája nélkül a cikkben bemutatásra került analitikai eredmények nem készülhettek volna el.

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 „Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen“ projekt támogatta

IRODALOMJEGYZÉK

Alexis, M. N. . – Zubcova, E., 2001. Trace Metal Levels in Freshwater Fish, Sediment and Water. Environ. Sci. Pollut. Res., 8:265-268.

Bíróné Oncsik M. – Hegedűs R. – Oncsik E. – Őszitő A. – Gál D. – Kosáros T. –Pekár F. – Vörös G. – Csengeri I. (2009): Nehézfém értékek alakulása biohal termelésre tanúsított, illetve átállás alatti halastóban

Bryan, G.W. (1979): Bioaccumulation of marine pollutants. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 286:483-505.

- Csengeri I. – Váradi L. (2005)* Halhúsok, halászati termékek élelmiszerbiztonsági kockázatainak profilanalízise, Halászati és Öntözési Kutatóintézet (HAKI), Szarvas
- Czédlí H. (2014)*: Halak nehézfém tartalmának elemzése különböző elemanalitikai módszerek alkalmazásával, P.h.D. értekezés, Debreceni Egyetem
- Farkas A. (2002)*: A Balaton antropogén szennyezettségének jellemzése bioindikátorok alkalmazásával, P.h.D. értekezés, Veszprémi Egyetem
- Gál I. – Bodnár K. – Benkő-Kiss A. – Mikóne Jónas E. – Majzinger I. – Kocsisné Graff M. – Barta T. – Bodnárne Skobrak E. – Pinnyei Sz. – Suli Á. – Benk Á. (2013)*: Élelmiszerbiztonság és gasztronómia vonatkozású egyetemi együttműködés, "TAMOP-4.1.1.C- 12/1/KONV-2012-0014: „DE-SZTE-EKF NYME” Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely
- Gyires K. – Fürst Zs. (2011)*: A farmakológia alapjai, Medicina Könyvkiadó Zrt.
- Harada, Masazumi. (1972)*. Minamata Disease. Kumamoto Nichinichi Shinbun Centre & Information Center/Iwanami Shoten Publishers. [ISBN 4-87755-171-9](#) C3036,
- Kerényi A. (2003)*: Környezettan - Természet és társadalom - globális szempontból Mezőgazda kiadó
- Kőnigné Péter A. (2014)*: Nehézfém bioszorpció mikroorganizmusokon, Pécsi Tudományegyetem, Kémia Doktori Iskola
- Leland, H.V., Kuwabara, J.S., (1985)*. Trace Metals. In : Rand, G.M. and Petrocelli, S.R. (Eds.) Fundamentals of aquatic toxicology. Hemisphere Publ. Co. New York, pp.. 374
- Mézes M. – Guti Cs. – Bokor Z. – Urbányi B. (2010)*: Halcsali és ami benne van, TÁMOP-4.2.2.B-10/1-10-0011
- Molnár M. L. (2014)*: Különböző ízesítésű bojlik etetésének hatása a halak életfolyamataira, TDK munka, Gödöllő 2014
- Yeung a.t., hsu c. n. (2005)*: Electrokinetic remediation of cadmiumcontaminated clay. Journal of Environmental Engineering, 131: 298–304.
- Philip Wexler (2005)*: Encyclopedia of Toxicology (Second Edition), Academic Press
- Sándor Zs. – Oncsik M. – Csengeri I. – Lengyel P. – Györe K. – Szabó P. – Pekár F. – Zubcova E. – Todirash I. – Alexis M.N. (2000)*: A halhús esszenciális és toxikus elem tartalmának vizsgálata

A szerzők levélcíme – Adress of the outhors

TÓÁSÓ Gyula

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Víz - és Környezettudományi Tanszék. 9200 Mosonmagyaróvár Lucsony u. 15-17.

Email: toaso.gyula@sze.hu

KALOCSAI Renátó

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Víz - és Környezettudományi Tanszék. 9200 Mosonmagyaróvár Lucsony u. 15-17.

Email: kalocsai.renato@sze.hu

NAGY János

MOL NYRT

Email: j51nagy@gmail.com



Vitaminadagolás hatása élesztőgombák szaporodási kinetikájára

MOLNÁR JUDIT – ÁSVÁNYI BALÁZS – VARGA LÁSZLÓ

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar

Élelmiszer-tudományi Tanszék

Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérleteink célja az volt, hogy melasz és kukoricalevár oldaton optimalizáljuk az élesztőgombákkal végzett egysejt-fehérje előállítás folyamatát, majd pedig vitaminoldat adagolásával tovább javítsuk a végtermék-kihozatalt. A *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 és a *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 törzssel végrehajtott fermentációs folyamatok eredményei azt mutatták, hogy a vitamin-kiegészítés jelentősebb mértékben növelte a szárazanyag-termelést, különösen a *K. marxianus* DSM 4908 törzset, mint a nedves sejtömeget, és egyúttal nagyobb ($P < 0,05$) maximális fajlagos szaporodási sebesség (μ_{\max}) értékeket, illetve ebből adódóan kisebb ($P < 0,05$) generációs időket (t_g) eredményezett. *Kluyveromyces marxianus* esetében, kukoricalevár tápoldaton, vitaminadagolás alkalmazása mellett tapasztaltuk a legnagyobb μ_{\max} értéket ($0,226 \text{ h}^{-1}$) és a legkisebb t_g értéket (4,4 óra), így további kísérleteinkben a *K. marxianus* DSM 4908 törzset tartjuk célszerűnek alkalmazni, kukoricalevár tápoldaton, takarmány adalékanyag előállítására történő alkalmasságának megállapításához.

Kulcsszavak: *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus*, fermentáció, egysejt-fehérje

BEVEZETÉS

A fermentációs biotechnológia térnyerése és az egysejt-fehérje előállítás jelentőségének növekedése a takarmányipar területén azt eredményezte, hogy gazdaságosan gyártható, nagy tápértékkel és kiváló minőségi mutatókkal rendelkező termékek kerülhetnek piacra. A *Saccharomyces cerevisiae* és a *Kluyveromyces marxianus* élesztőgomba fajok törzseinek felhasználása egyre elterjedtebbé válik az egysejt-fehérje és alkohol előállításban. Az e termékek gyártásához használt növényi alapú szubsztrátok közül a melasz a legjelentősebb, de hasznos hatóanyag-tartalma miatt a kukoricalekvár szintén kedvelt növényi alapú tápközeg. A melasz a cukorgyártás mellékterméke, mely elsősorban nagy vitamin- és ásványianyag-tartalma, valamint jól hasznosítható cukortartalma miatt kiváló szubsztrát (*Sólyom és Lásztity* 1980). A kukoricalekvár, mint a kukoricakeményítő-előállítás mellékterméke, kémiai összetevői közül nagy nyersfehérje-, foszfor-, kálium- és magnézium-tartalma érdemel említést (*Gyimesi és Sólyom* 1979).

Munkánk célja első lépésben az volt, hogy melasz és kukoricalekvár oldaton optimalizáljuk az egysejt-fehérje előállítás folyamatát, majd pedig vitaminoldat adagolásával tovább javítsuk a végtermék-kihozataalt.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleteinket a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Karának Élelmiszer-tudományi Tanszékén végeztük, Sartorius Biostat A plus (Sartorius AG, Göttingen, Németország) típusú, 5 l reaktorú, kevert–levegőztetett fermentorban, szakaszos fermentációt alkalmazva. A berendezés mérőműszereinek (pH- és oldott oxigén-mérő) kalibrálását követően, a műszerhez tartozó szoftverrel követtük nyomon a beállított fermentációs paramétereket, egyúttal adatrögzítést is végeztünk (hőmérséklet, oldott oxigén, keverés fordulatszáma és pH).

A *S. cerevisiae* NCAIM Y.00200 törzset liofilezett formában szereztük be a Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményéből (Budapest). A fagyasztva szárított *K. marxianus* DSM 4908 a Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (Braunschweig, Németország) törzsgyűjteményből

származott. A törzsek felélesztését és elszaporítását követően inokulumot készítettünk úgy, hogy 50 cm^3 fiziológiás sóoldatba ($6,5 \text{ g NaCl/dm}^3$) egy lemeznyi élesztőtenyészetet mostunk bele, ami biztosította a kívánt koncentrációt (10^6 sejt/cm^3 ; Albertin et al. 2011). A sejtsűrűséget Bürker-kamrás sejtszámlálással ellenőriztük.

A fermentációs tápközegek alapjául szolgáló melaszt ($74,0^\circ\text{Bx}$) a Györi Szeszgyár és Finomító Zrt., a kukoricalevárt ($46,3\%$ szárazanyag-tartalom) pedig a soltvadkerti székhelyű Kévés Kft. bocsátotta rendelkezésünkre.

A melaszt jellemzően $11\text{-}12\%$ -os (Kutasi 2007), illetve 18% -os (El-Gendy et al. 2013) oldat formájában használják fermentálásra, így mi is ezeket a koncentrációkat alkalmaztuk. Az elkészített oldatokat (2 dm^3) 80°C -on 15 percig hőkezeltük, majd a reaktortérbe töltöttük. A kísérlet kezdete előtt beállítottuk a kívánt keverés-, levegőztetés-, pH- és hőmérséklet-értékeket, valamint mértük az oldott oxigén koncentrációját. Az optimalizálási (kontroll) folyamat során – főként szakirodalmi közlések alapján – számos lehetőséget kipróbáltunk, melyeket itt nem részletezünk, csak a végeredményként kapott, legnagyobb mennyiségű terméket eredményező értékeket közöljük.

Saccharomyces cerevisiae NCAIM Y.00200 esetében, melaszt felhasználva a kontroll és a vitaminoldattal dúsított folyamatban, 30°C hőmérsékletet, 200 rpm (*revolutions per minute*) fordulatszámot, $1,5 \text{ vvm}$ (*vessel volumes per minute*) levegőztetést, $5,5$ -es pH-t, háromszoros szubsztrát hígítást állítottunk be. Kukoricalevár oldatot alkalmazva a kontroll eljárás és a vitaminoldattal történő dúsítás során a véglegesen beállított fermentációs paraméterek az alábbiak voltak: háromszoros hígítás, 30°C hőmérséklet, $5,5$ -es pH-érték, 400 rpm fordulatszám és $1,5 \text{ vvm}$ levegőztetés. *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 esetében, melasz és kukoricalevár oldatot felhasználva is háromszoros hígítást, 30°C hőmérsékletet, $4,5$ -es pH-t, 300 rpm fordulatszámot, $1,5 \text{ vvm}$ levegőztetést állítottunk be a kontroll és a vitamin-kiegészítéssel végzett fermentációs folyamatokban.

A stabilan tartott paraméterek elérését követően az inokulumot szeptumon keresztül az oldatunkhoz injektáltuk és megkezdtük a folyamat számítógépes regisztrálását. A fermentációt 72 órán keresztül végeztük és adott időközönként mintákat vettünk, majd meghatároztuk ezek szárazanyag-tartalmát, nedves sejttömegét és élősejt-számát. Az optimalizálást követően a továbbiakban kontrollként használt tápközegünket $1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$

(0,1%) koncentrációban dúsítottuk az 1. táblázatban közölt összetételű Wickerham-féle vitamin-törzsoldattal (Furutani et al. 1953), melyet felhasználás előtt 0,22 µm-es pórusátmérőjű fecskendőszűrővel sterilizáltunk.

1. táblázat A Wickerham-féle vitamin-törzsoldat összetétele

Table 1. Composition of the vitamin stock solution according to Wickerham

Összetevő (1)	Koncentráció (mg / 100 cm ³) (2)
Folsav (3)	0,2
Biotin (4)	0,2
Kalcium-pantotenát (5)	40
Inozitol (6)	200
Niacin (7)	40
p-aminobenzoesav (8)	20
Piridoxin-hidroklorid (9)	40
Tiamin-hidroklorid (10)	40
Riboflavin (11)	20

(1) Component, (2) Concentration (mg / 100 cm³), (3) Folic acid, (4) Biotin, (5) Calcium pantothenate, (6) Inositol, (7) Niacin, (8) p-aminobenzoic acid, (9) pyridoxine hydrochloride, (10) Thiamin hydrochloride, (11) Riboflavin

Az élesztőgombák élősejt-szám meghatározása lemezöntéses módszerrel történt, YGC (Yeast–Glucose–Chloramphenicol) agaron (Merck, Darmstadt, Németország), 25 ± 1°C-os, 96-120 órás inkubálást követően. A nedves sejttömeg meghatározásához a mintákat 5 percig 5000 rpm fordulatszámon centrifugáltuk, majd a felülúszó eltávolítása után szűrőpapírral felitattuk a maradék szubsztrátoldat-cseppeket. Az üres és a sejttömeggel teli centrifugacső tömegének különbségéből kiszámoltuk a nedves sejttömeg értékeket. A szárazanyag-tartalom mérésekhez 3 g mintamennyiségeket használtunk. A tömegállandóságig végzett szárítás 105°C-on történt kvarchomokban (Csapó és Csapóné Kiss 2003).

Az élesztőtörzsek szaporodási jellemzőinek vizsgálata során meghatároztuk a fajlagos szaporodási sebességeket, ill. azok maximum értékét (μ_{\max}) és a generációs időket (t_g). A μ_{\max} értékét a logaritmizált sejtszámok alapján felvett szaporodási görbe exponenciális szakaszára a legkisebb négyzetek módszerével illesztett egyenes meredeksége adta. A generációs időt minden egyes fermentációs folyamat során kiszámoltuk a $t_g = 1 \times \mu^{-1}$ összefüggéssel.

A vitamin-kiegészítés hatásának értékelésére egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk a MicroCal Origin 3.0. program (MicroCal Software, Northampton, MA, USA) segítségével.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az optimalizációs célú kontroll fermentációs folyamatok során vett mintákból meghatároztuk a szárazanyag-tartalom, a nedves sejttömeg és az élősejt-szám értékeket, majd vizsgálatainkat megismételtük vitaminoldatos kiegészítéssel is úgy, hogy az optimalizált paramétereken nem változtattuk. A szárazanyag-tartalom és a nedves sejttömeg mérések eredményeit a 2.-3. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat: A kontroll és a vitamin-kiegészítéssel végzett fermentációs folyamat végtermékének szárazanyag-értékei (g / 100 g)[☆]
 Table 2. Dry matter values of the final products (g / 100 g)[☆] determined in the fermentation processes with and without vitamin supplementation

Idő (óra)	A		B		C		D	
	kísérleti beállítás* (2)							
(1)	Kontroll (3)	Vitaminos (4)	Kontroll (3)	Vitaminos (4)	Kontroll (3)	Vitaminos (4)	Kontroll (3)	Vitaminos (4)
0	6,18 ± 0,04 ^b	6,53 ± 0,01 ^a	2,91 ± 0,01 ^a	1,00 ± 0,5 ^b	3,12 ± 0,02 ^b	10,18 ± 0,02 ^a	5,00 ± 0,01 ^b	7,96 ± 0,01 ^a
24	8,28 ± 0,02 ^a	8,18 ± 0,02 ^b	3,60 ± 0,02 ^a	1,40 ± 0,35 ^b	4,32 ± 0,08 ^b	11,46 ± 0,01 ^a	8,50 ± 0,02 ^a	8,44 ± 0,01 ^b
48	12,15 ± 0,05 ^b	17,94 ± 0,05 ^a	5,51 ± 0,02 ^a	4,80 ± 0,10 ^b	6,80 ± 0,05 ^b	22,80 ± 0,15 ^a	10,50 ± 0,04 ^b	21,17 ± 0,01 ^a
72	13,62 ± 0,03 ^b	19,55 ± 0,02 ^a	8,66 ± 0,01 ^a	5,70 ± 0,20 ^b	9,16 ± 0,01 ^b	28,16 ± 0,07 ^a	13,47 ± 0,02 ^b	24,19 ± 0,01 ^a

Az adatok három mérés átlag ± szórás értékét jelölik

☆ Values are means ± SD, based on three observations

^{a,b} Az azonos kísérleti beállítás azonos sorában szereplő eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$)

^{a,b} Subcolumn means within row and experimental setting without a common lowercase superscript differ ($P < 0,05$)

* *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 melasz (A), ill. kukoricalekvár (B) szubsztráton, valamint *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 melasz (C), ill. kukoricalekvár (D) szubsztráton

* *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 in molasses (A) and corn steep liquor (B) media, and *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 in molasses (C) and steep liquor (D) media

(1) Time (h)

(2) Experimental setting

(3) Control (4) Vitamin supplementation

3. táblázat: A kontroll és a vitamin-kiegészítéssel végzett fermentációs folyamat végtermékének nedves sejtömeg értékei (g)[✱]

Table 3. Wet cell mass values of the final product (g)[✱] determined in the fermentation processes with and without vitamin supplementation

Idő (óra)	A		B		C		D	
	kísérleti beállítás* (2)							
(1)	Kontroll (3)	Vitaminos (4)	Kontroll (3)	Vitaminos (4)	Kontroll (3)	Vitaminos (4)	Kontroll (3)	Vitaminos (4)
0	0,166 ± 0,001 ^b	0,302 ± 0,003 ^a	0,145 ± 0,005 ^a	0,132 ± 0,002 ^b	0,161 ± 0,001 ^a	0,105 ± 0,003 ^b	0,123 ± 0,003 ^a	0,125 ± 0,004 ^a
24	0,231 ± 0,002 ^b	0,423 ± 0,003 ^a	0,236 ± 0,002 ^a	0,153 ± 0,001 ^b	0,217 ± 0,002 ^a	0,128 ± 0,003 ^b	0,150 ± 0,003 ^a	0,153 ± 0,001 ^a
48	0,340 ± 0,010 ^b	0,727 ± 0,002 ^a	0,321 ± 0,003 ^a	0,248 ± 0,002 ^b	0,330 ± 0,018 ^a	0,237 ± 0,002 ^b	0,270 ± 0,004 ^a	0,250 ± 0,002 ^b
72	0,490 ± 0,032 ^b	0,932 ± 0,030 ^a	0,420 ± 0,020 ^a	0,381 ± 0,004 ^b	0,462 ± 0,008 ^a	0,328 ± 0,006 ^b	0,579 ± 0,017 ^a	0,371 ± 0,003 ^b

[✱] Az adatok három mérés átlag ± szórás értékét jelölik

Values are means ± SD, based on three observations

^{a,b} Az azonos kísérleti beállítás azonos sorában szereplő eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$)

^{a,b} Subcolumn means within row and experimental setting without a common lowercase superscript differ ($P < 0.05$)

* *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 melasz (A), ill. kukoricalekvár (B) szubsztráton, valamint *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 melasz (C), ill. kukoricalekvár (D) szubsztráton

* *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 in molasses (A) and corn steep liquor (B) media, and *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 in molasses (C) and steep liquor (D) media

(1) Time (h)

(2) Experimental setting

(3) Control (4) Vitamin supplementation

A 2. táblázat adatai egyértelműen mutatják, hogy a vitaminadagolás a 3. nap végére mindkét szubsztráton hozzávetőleg 2-3-szorosára növelte ($P < 0,05$) a *K. marxianus* DSM 4908 szárazanyag-termelését. Hasonló, de jóval kisebb mértékű (kb. 50%-os) serkentő hatás volt megfigyelhető a *S. cerevisiae* NCAIM Y.00200 törzs esetében, melasz tápközegben. Ez utóbbi kísérleti beállításnál nemcsak a szárazanyag-produkció, hanem a nedves sejtömeg is szignifikánsan nőtt ($P < 0,05$) a vitamin-kiegészítésnek köszönhetően (3. táblázat).

Az élősejt-szám maximumértékek a kontroll és a vitaminadagolós kísérleti beállítás esetében is $8,4-8,5 \log_{10}$ tke/cm³ körül alakultak. Kim et al. (1998) folytonos fermentációval állítottak elő egysejt-fehérjét *K. fragilis* felhasználásával, és az általunk tapasztaltnál több mint egy nagyságrenddel nagyobb maximális *Kluyveromyces* élősejtszámot mértek ($9,7 \log_{10}$ tke/cm³). Logaritmizált élősejt-szám értékeink alapján meghatároztuk a maximális fajlagos szaporodási sebességeket is, melyeket az 4. táblázatban tüntetünk fel.

4. táblázat Az élesztőgombák maximális fajlagos szaporodási sebessége [μ_{max} (h^{-1})] a kontroll és a vitaminadagolással végzett fermentációs folyamatokban

Table 4. Maximum specific growth rates [μ_{max} (h^{-1})] of yeasts in the control fermentation process and in the fermentation process involving vitamin supplementation

Kísérleti beállítás* (1)	Kontroll (2)	Vitaminadagolt (3)
A	0,217 ^b	0,224 ^a
B	0,218 ^b	0,221 ^a
C	0,211 ^b	0,220 ^a
D	0,203 ^b	0,226 ^a

^{a,b} Az azonos sorban lévő eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$)

^{a,b} Means within a row without a common lowercase superscript differ ($P < 0.05$)

* *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 melasz (A), ill. kukoricalekvár (B) szubsztráton, valamint *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 melasz (C), ill. kukoricalekvár (D) szubsztráton

* *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 in molasses (A) and corn steep liquor (B) media, and *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 in molasses (C) and steep liquor (D) media

(1) Experimental setting (2) Control (3) Vitamin supplementation

A 4. táblázatban közölt eredményekből megállapítható, hogy a vitaminadagolt fermentációs folyamatokat szignifikánsan nagyobb ($P < 0,05$) μ_{max} értékek jellemezték,

mint a kontroll folyamatokat, tehát a vitamin-kiegészítés megnövelte a vizsgált élesztőgomba törzsek szaporodási sebességét.

Traviña-Muñoz *et al.* (2013) *S. cerevisiae* felhasználásával állítottak elő biomasszát. A maximális fajlagos szaporodási sebességet ($0,53 \text{ h}^{-1}$) 1 vvm levegőztetés és 200 rpm fordulatszám mellett érték el. Hasonlóképpen, Fonseca *et al.* (2013) *K. marxianus* CBS 6556 szaporodási sebességét vizsgálták különböző cukoroldatok felhasználásával, és a legjobb eredményt ($\mu_{\max} = 0,49 \text{ h}^{-1}$) 30°C -on, glükóz szubsztráttal kapták. Ezek az értékek jelentősen nagyobbak, mint a mi mérési eredményeink ($\mu_{\max} = 0,20\text{-}0,23 \text{ h}^{-1}$). Ugwuanyi (2008) viszont *Bacillus* fajokkal (*B. coagulans*, *B. licheniformis*, *B. stearothermophilus*) végzett biomassza előállítás során az általunk tapasztaltakhoz hasonló μ_{\max} -értékeket ($1,98\text{-}2,63 \text{ h}^{-1}$) mért.

Az élesztőgombák szaporodási tulajdonságainak pontosabb jellemzése érdekében a generációs időket is meghatároztuk. Eredményeinket az 5. táblázatban foglaltuk össze.

5. táblázat: Élesztőgombák generációs idő értékei [t_g (óra)] a kontroll és a vitaminadagolással végzett fermentációs folyamatokban

Table 5. Generation times [t_g (h)] of yeasts in the control fermentation process and in the fermentation process involving vitamin supplementation

Kísérleti beállítás* (1)	Kontroll (2)	Vitaminadagolt (3)
A	4,6 ^a	4,5 ^b
B	4,5 ^a	4,4 ^b
C	4,7 ^a	4,5 ^b
D	4,9 ^a	4,4 ^b

^{a,b} Az azonos sorban lévő eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$)

^{a,b} Means within a row without a common lowercase superscript differ ($P < 0,05$)

* *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 melasz (A), ill. kukoricalekvár (B) szubsztráton, valamint *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 melasz (C), ill. kukoricalekvár (D) szubsztráton

* *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 in molasses (A) and corn steep liquor (B) media, and *Kluyveromyces marxianus* DSM 4908 in molasses (C) and steep liquor (D) media

(1) Experimental setting

(2) Control

(3) Vitamin supplementation

A vitaminadagolás mind a négy kísérleti beállítás esetében szignifikánsan csökkentette ($P < 0,05$) az adott élesztőtörzs generációs idejét (**5. táblázat**). Ásványi (2005) négy *K. marxianus* és egy *K. lactis* törzssel, savó alapon végzett egysejt-fehéjje előállítási kísérleteket, és 3,2-6,6 óra közötti t_g -értékeket számolt, generációs idő értékei így közel megegyeznek a mi eredményeinkkel ($t_g = 4,4-4,9$ óra).

KÖVETKEZTETÉSEK

A vitamin-kiegészítés jelentősebb mértékben növelte a szárazanyag-termelést, különösen a *K. marxianus* DSM 4908 törzsét, mint a nedves sejtömeget, és egyúttal nagyobb ($P < 0,05$) maximális fajlagos szaporodási sebesség (μ_{max}) értékeket, illetve ebből fakadóan kisebb ($P < 0,05$) generációs időket (t_g) eredményezett. *Kluyveromyces marxianus* esetében, kukoricalevár tápoldaton, vitaminadagolás mellett tapasztaltuk a legnagyobb μ_{max} -értéket ($0,226 \text{ h}^{-1}$) és a legkisebb t_g -értéket (4,4 óra). Ennek alapján, további kísérleteinkben a *K. marxianus* DSM 4908 törzset tartjuk célszerűnek alkalmazni, kukoricalevár tápoldaton, takarmány adalékanyag előállítására történő alkalmazásának megállapításához.

Effect of vitamin supplementation on growth kinetics of yeasts

JUDIT MOLNÁR – BALÁZS ÁSVÁNYI – LÁSZLÓ VARGA

Széchenyi István University

Faculty of Agricultural and Food Sciences

Department of Food Science

Mosonmagyaróvár

ABSTRACT

The objectives of this study were (1) to optimize the process of single-cell protein production by yeast strains using molasses and corn steep liquor as fermentation media and (2) to further improve yields by vitamin supplementation. The results of our trials with *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 and *Kluyveromyces marxianus* DSM

4908 showed that vitamin enrichment increased dry matter production, and especially that of *K. marxianus* DSM 4908, to a greater extent than wet cell mass production. Vitamin supplementation also resulted in increasing ($P < 0.05$) the maximum specific growth rates (μ_{\max}) and decreasing ($P < 0.05$) the generation times (t_g) of the yeast strains tested. Because the highest μ_{\max} (0.226 h^{-1}) and lowest t_g (4.4 h) values were obtained with *K. marxianus* DSM 4908 in vitamin-supplemented corn steep liquor, further trials will be performed using this strain and this fermentation medium in order to assess their suitability for use in production of feed supplements.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus*, fermentation, single-cell protein

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönik az EFOP-3.6.2-16-2017-00012 azonosító számú projekt anyagi támogatását. A kísérleti eszközök egy részét a Greiner Bio-One Hungary Kft. (Mosonmagyaróvár) biztosította.

IRODALOM

Albertin, W. – Marullo, P. – Aigle, M. – Dillmann, C. – de Vienne, D. – Bely, M. – Sicard, D. (2011): Population size drives industrial *Saccharomyces cerevisiae* alcoholic fermentation and is under genetic control. Applied and Environmental Microbiology. 77, 2772-2984.

Ásványi B. (2005): Egysejtfehérje-előállítás optimalizálása *Kluyveromyces* törzsek alkalmazása esetén. Doktori (PhD) értekezés, Mosonmagyaróvár.

Csapó J. – Csapóné Kiss Zs. (2003): Élelmiszer-kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

El-Gendy, N. S. – Madian, H. R. – Abu Amr, S. S. (2013): Design and optimization of a process for sugarcane molasses fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* using response surface methodology. International Journal of Microbiology. Article ID 815631, 9 pp.

Fonseca, G. G., De Carvalho, N. M., Gombert, A. K. (2013): Growth of the yeast *Kluyveromyces marxianus* CBS 6556 on different sugar combinations as sole carbon and energy source. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 97, 5055-5067.

Furutani, Y. – Betz, F. R. – Hedrick, R. L. (1953): Vitamin requirements of *Hansenula* yeasts in relation to their phylogeny. *Journal of Bacteriology*. 65, 276-280.

Gyimesi J. – Sólyom L. (1979): Élesztő- és szeszipari kézikönyv. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.

Kim, J. K., Tak, K. T., Moon, J. H. (1998): A continuous fermentation of *Kluyveromyces fragilis* for the production of a highly nutritious protein diet. *Aquacultural Engineering*. 18, 41-49.

Kutasi J. (2007): Fermentációs biotechnológia. Glia Kft., Budapest.

Sólyom L. – Lásztity R. (1980): A melasz. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.

Traviña-Muñoz, D., Páez- Lerma, J., Rutiaga-Quiñones, O., Gschaedler-Mathis, A., Soto-Cruz, N. (2013): Production of biomass of *Saccharomyces cerevisiae* and *Torulaspora delbrueckii* changing aeration and agitation condition in batch reactor. 17th National Congress of Biotechnology and Bioengineering. June 23-28, 2013, Cancún, Mexico.

Ugwuanyi, J. O. (2008): Yield and protein quality of thermophilic *Bacillus* spp. biomass related to thermophilic aerobic digestion of agricultural wastes for animal feed supplementation. *Bioresource Technology*. 99, 3279-3290.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

MOLNÁR JUDIT

Széchenyi István Egyetem,
Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar,
Élelmiszer-tudományi Tanszék,
9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

E mail: molnar.judit@sze.hu

ÁSVÁNYI BALÁZS

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar,
Élelmiszer-tudományi Tanszék,
9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.
E mail: asvanyi.balazs@sze.hu

VARGA LÁSZLÓ
Széchenyi István Egyetem,
Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar,
Élelmiszer-tudományi Tanszék,
9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.
E mail: varga.laszlo@sze.hu



Rekombinációs szekunder hexaploid triticales nemesítése, genomösszetétele és minősége

IFJ. KRUPPA JÓZSEF¹, KRUPPA KLAUDIA², KRUPPA JÓZSEF¹

¹Kruppa-Mag Kft., Kisvárda

²MTA ATK Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

ÖSSZEFOGLALÁS

A *Hungaro* fajta az első a triticales fajon belül, amely étkezési és takarmány célra lett nemesítve, bejelentve és így kapott Állami Elismerést és Növényfajta Oltalmat. Szekunder hexaploid triticales (LAD 388 x *Presto*) keresztezése, majd az F₂ nemzedéktől *Pedigree módszer alkalmazásával* állítottuk elő az első étkezési triticales fajtát - a *Hungaro durumrozst*. Az így nemesített új fajtában sikerült egyesíteni az étkezési búza, a durum búza és a rozs kedvező tulajdonságait. Genomösszetételének vizsgálatához multicolour GISH-t alkalmaztunk, amellyel kimutattuk, hogy a fajta tartalmazza a búza AB – genomot (AABB = 28 kromoszóma) és a teljes rozs (R) genomot (RR = 14 kromoszóma). A GISH-módszer érzékenységi tartományában a D genom jelenlétét nem tudtuk igazolni. A *Hungaro* triticales fajta lisztjének esszenciális aminosav tartalma (metionin és a cisztein) magasabb valószínűséggel mutat a szintén vizsgált *Ryefood* rozs és *GK Öthalom* búza fajtáknál. A fajta humán felhasználása (malomipar, sütőipar, téstagyártás) is elindult, amelyhez megkaptuk a NÉBIH-től a '*Hungaro durumrozst*' névhasználattal egyetértő szakmai állásfoglalást.

Kulcsszavak: rekombináció, étkezési triticales, *Hungaro durumrozst*, humán felhasználás, minőség

BEVEZETÉS

Magyarországon a triticales a gyenge termékenységű talajok kalászos gabonanövénye, amelyet elsősorban takarmányozásra használnak. Az étkezési célú triticales természetesen akadályos volt a fajták alacsony, vagy hiányzó sikértartalma, gyenge lisztminősége és kedvezőtlen sütőipari tulajdonságai, illetve az, hogy ismeretlen a malomipar és sütőipar számára. Európában és a FÁK országokban több helyen is folyik étkezési triticales nemesítése és fontos cél a triticales lisztjének humán célú felhasználása – eddig kevés eredménnyel. Olyan fajtát eddig még nem sikerült előállítani, amelynek lisztje önmagában alkalmas lenne élelmiszerek (pékárúk, tészta stb.) készítésére. A *Hungaro* az első ilyen fajta, amelynek Magyarországon elindult a humán célú hasznosítása is.

Hazánkban még 10 évvel ezelőtt is főleg lengyel triticales fajtákat termeltek a gazdálkodók – ma már a hazai nemesítésű fajták uralkodnak a vetésterületen. Martonvásáron, Mosonmagyaróváron, Kisvárdán és Szegeden is folyik eredményes triticales nemesítés.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Kiss (1968) a triticales nemesítés célját így fogalmazta meg: „Erre ma már könnyen felelhetünk. Biztosan nagy termőképességű, télálló és fagyálló, jó takarmányértékű és később jó lisztminőségű törzsek, illetve fajták előállítása”. A *Triticale turgidocereale* (6x) képviseli a legfontosabb genom kombinációt, ugyanis egyesíti a rozs teljes RR genomját és a tetraploid búza teljes AABB genomját. A továbbiakban a figyelmet a hexaploid triticalesra kellene fordítanunk (*Schlegel* 1996). *Tohver et al.* (2005) kísérleteiben a sütési vizsgálat azt mutatta, hogy sok triticales fajta használható kenyérgabonaként, összekeverve a búzalisztet maximum 70% triticales lisztmennyiséggel. *Varughese* (1996) szerint mostanáig az egyetlen ismert hiányossága a triticalesnak az, hogy az „R” genom rontja a sütőipari minőséget. Néhány kutatóintézetben már folynak a kísérletek, hogyan lehetne a nagy molekulásúlyú glutenint hordozó allélt a „D” genomról átvinni az „R” genomra. Ha egyszer ezt sikerül elérni, akkor biztosak lehetünk benne, hogy a triticales sütőipari tulajdonságai elérik a

búzáét. 2005 decemberében Állami Elismerésben részesült a *Hungaro* triticales fajta (Kruppa és Hoffmann, 2006), amely lehetővé teszi egy teljesen új élelmiszeripari termék a jó minőségű triticales kenyér előállítását. A szekunder hexaploid triticales tartalmazhatnak a hexaploid (étkezési) búza D genomjából származó géneket is. Ezt a lehetőséget kihasználva sikerült előállítani az új rekombinációs étkezési triticales fajtát, a *Hungaro-t*. Györi et al. (2009) szerint a *Hungaro* triticales fajta versenyképes nyersanyaga a kenyérfeldolgozásnak, köszönhetően a jobb rezisztenciának a környezeti hatásokkal szemben és a magasabb egészséges beltartalmi paramétereknek, amelyek új lehetőségeket kínálnak arra, hogy egészséges és szermaradvány-mentes új élelmiszeripari termékeket lehessen környezetbarát módon előállítani belőle. Bedő és Láng (1992) véleménye szerint a triticales nem helyettesíti a rozsot, nem váltja ki a búzát, nem jobb és nem rosszabb az előbbi kettőnél, ellenben van egy lényeges ismérve: a maga módján más, mint az eddigi gabonafélék és ennek a növénynek megvan a saját helye és szerepe a köztermesztésben. A lengyel fajták mellett a hazai fajták nagyobb arányú elterjedése is várható (Bóna 2004, 2011).

Kruppa J. – Ifj. Kruppa J. (2011) és Kruppa Jnr. et al. (2014, 2016) publikációikban beszámolnak arról, hogy Debreceni Egyetem Agrárműszer Központjában 2002-2011 között végzett mérések alapján a *Hungaro* durumrozs összetételét a búzával megegyező, vagy annál magasabb fehérjetartalom jellemzi. Az ásványianyag-tartalom tekintetében jellemző a búzáznál magasabb P, K, Ca, Cu, Mg és Zn-tartalom, amelyek segíthetnek a szervezet ásványi anyag és mikroelem bevitelének növelésében. A vitaminok közül az E, B₁, B₂ és B₆ vitamin tekintetében a lisztje kétszeres mennyiséget tartalmaz, mint a búzaliszt. Táplálkozás-élettani jelentőségét fokozza, hogy nyersrost és ételmi rost tartalma több mint kétszerese a búzalisztének, összes szénhidrát és energia tartalma viszont közel 10 %-kal alacsonyabb. Ezen kívül rendkívül finom, egyedi íze van.

'A triticales elterjedése a humán táplálkozásban új egészséges élelmiszer alternatívát jelenthet a hagyományos gabonafélékből készült készítmények mellett.' (Kruppa és Ifj. Kruppa, 2011).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Növényi anyag és nemesítési módszer

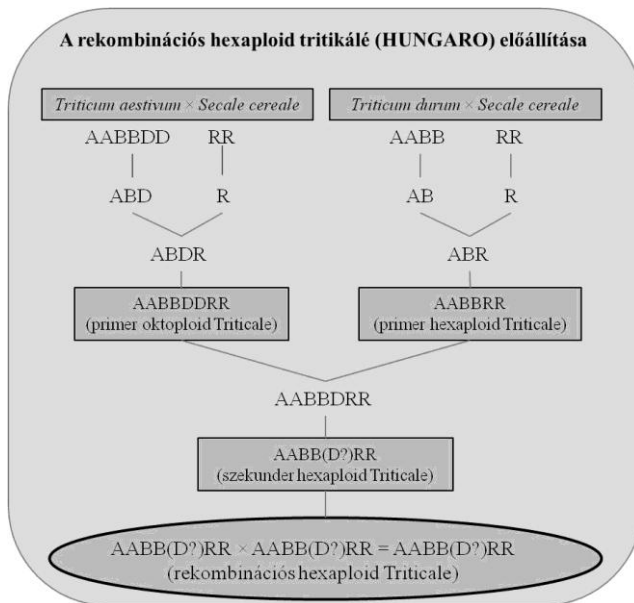
A *Hungaro* durumrozs nemesítésénél alkalmazott módszer (1. ábra) - a szekunder hexaploid triticales fajták keresztezése ($2n=6x=42 \times 2n=6x=42$) - lehetővé teszi a tulajdonságok rekombinációját és ennek eredményeként nagyszámú, igen különböző hibrid keletkezik. Ezt a lehetőséget kihasználva rekombinációs hexaploid triticales genotípusok ($2n=6x=42 \times 2n=6x=42$) előállításával és azok folyamatos minőségi tulajdonságainak vizsgálata mellett állítottuk elő az első étkezési triticales fajtát - a *Hungaro* durumrozsot. A közönséges búza (*Triticum aestivum*) és az eddig köztermesztésbe került hexaploid takarmány triticales fajták (*xTriticosecale Wittmack*) között sütőipari értékben a búza javára mutató különbséget az étkezési búzában jelenlévő *DD* genompár okozza. A hexaploid triticalesban a *DD* genompárt a rozsából származó *RR* genompár helyettesíti. (*AABBRR*). A szekunder triticales előállításához az oktoploid triticales keresztezik a hexaploiddal, mint az ábra is mutatja. A *Hungaro* fajta nemesítési anyagának előállításához a *LAD 388* szekunder hexaploid triticales törzset kereszteztük a *Presto* szekunder hexaploid triticales fajtával (*LAD 388 x Presto*). A keresztezés utáni 2. nemzedékből (F_2) *Pedigree* módszerrel nemesítettük a *Hungaro* rekombinációs triticales fajtát.

Molekuláris citogenetikai vizsgálatok módszere

Martonvásáron a rozs és a D genomhoz tartozó kromoszómák kimutatásához mcGISH-t alkalmaztunk (Molnár et al. 2009). A gyökércsúcsból készített kromoszóma preparátumokat denaturáltuk. A hibridizációs keverék biotinnal jelölt rozs (R) -, digoxigeninnel jelölt *Aegilops tauschii* (D) genomi DNS-t tartalmazott jelöletlen durum búza (AABB) genomi DNS mellett, amit a nem specifikus hibridizáció blokkolásához alkalmaztunk. A hibridizációs keveréket az elődenaturált preparátumra helyezve 42 °C-on történt a hibridizáció. A biotinnal és digoxigeninnel jelölt szekvenciákat Anti-Dig-Rhodamine és Streptavidin-FITC antitestekkel detektáltuk. A hibridizációs jeleket Axioscope A1 (Zeiss) fluoreszcens mikroszkóp segítségével tettük láthatóvá és a mikroszkóppal egybekötött CCD kamerával (Diagnostic Instruments, USA) fotóztuk.

Aminosav vizsgálatok

Az aminosav-tartalom meghatározásához jó minőségű, új termésű liszteket használtunk fel. A vizsgálatot a DE Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézetben végeztük. A lisztek aminosav tartalmát a Magyar Takarmánykódex 44/2003. FVM (IV.26) rendelet 10. sz. melléklet alapján ioncserélő folyadékkromatográfiás vizsgálattal határoztuk meg, BIOTRONIK LC 3000 műszerrel (a műszer hibahatára 5%, tehát a vizsgált aminosav tekintetében a mér értékek között 5%-nál nagyobb különbség már valós különbségnek tekinthető).



1. ábra Rekombinációs szekunder hexaploid tritikale nemesítési módszere.

Figure 1. Breeding method of combinant secondary hexaploid triticale.

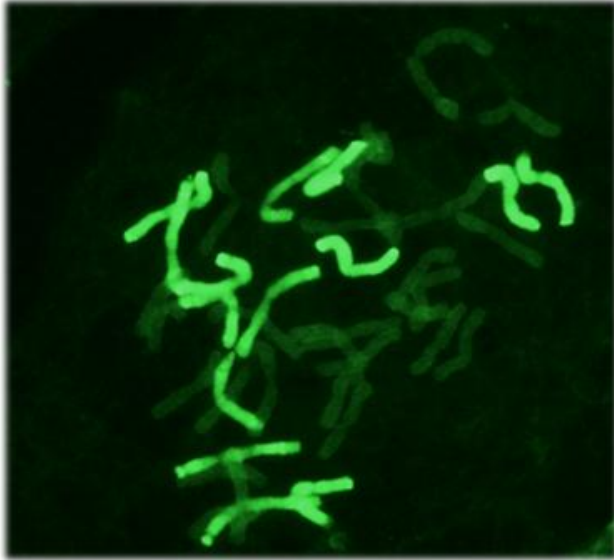
EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Rekombinációs hexaploid triticale genotípusok ($2n=6x=42 \times 2n=6x=42$) előállításával és azok folyamatos minőségi tulajdonságainak vizsgálata mellett állítottuk elő az első étkezési triticale fajtát - a *Hungaro durum* roszot. A szekunder triticale előállításához az oktoploid tritikalét keresztezik a hexaploiddal, mint az ábra is mutatja. A *Hungaro* fajta nemesítésénél a *LAD 388* szekunder hexaploid triticale törzset kereszteztük a *Presto*

szekunder hexaploid triticales fajtaival (*LAD 388 x Presto*). A keresztezés utáni 2. nemzedékből (F_2) *Pedigree* módszerrel nemesítettük a *Hungaro* rekombinációs triticales fajtát.

A multicolour GISH segítségével a *Hungaro* triticales 42 kromoszómája közül 14 rozs kromoszómát detektáltunk. (2. ábra). A búza D genomhoz tartozó teljes kromoszóma, vagy szegment jelenléte nem volt igazolható mcGISH-sel, ehhez további vizsgálatok szükségesek. Mitózis/metafázisban lévő kromoszómák vizsgálatkor előfordulhat, hogy az mcGISH érzékenységi határán kívül esik a transzlokálódott szegmentum mérete, a jövőben ezért molekuláris markerek alkalmazását tervezzük. Újabb paraméterekre is tovább folyik a vizsgálata (pl. rost minőség).

A *Hungaro* durumrozs lisztjének aminosav vizsgálata alapján az esszenciális aminosavak mennyisége, különösen a metionin és a cisztein magasabb valószínűségi értéket mutat a szintén vizsgált *Ryefood* rozs fajtánál és *GK Öthalom* búza fajtánál (1. táblázat).



2.ábra A *Hungaro* triticales fajta kromoszómáinak genomi *in situ* hibridizációval (GISH) készült mintázata. A 14 db R genomhoz tartozó rozs kromoszóma jelölődött (világos zöld), a búza kromoszómák jelöletlenek maradtak.

Figure 2. Genomic *in situ* hybridization (GISH) pattern of the chromosomes of triticales cultivar *Hungaro*. Fourteen rye chromosomes (R genome) were detected light green, wheat chromosomes were unlabelled (dark green).

1. táblázat Hungaro triticales, Ryefood rozs és GK Öthalom búza aminosav-tartalma
(m/m%=g/100g)

Table 1 Aminoacid content (m/m%=g/100g) of triticales cultivar *Hungaro*, rye cv *Ryefood* and of wheat cv *GK Öthalom*

Aminosav (1)	<i>Hungaro triticales</i> (2) m/m%	<i>Ryefood rozs</i> (3) m/m%	<i>GK Öthalom búza</i> (4) m/m%
ASP	0,56	0,78	0,59
THR	0,35	0,34	0,32
SER	0,46	0,44	0,55
GLU	2,65	3,77	3,94
GLY	0,59	0,46	0,46
ALA	0,35	0,21	0,38
CYS	0,27	0,13	0,22
VAL	0,55	0,49	0,44
MET	0,21	0,15	0,19
ILE	0,35	0,37	0,34
LEU	0,76	0,66	0,81
TYR	0,26	0,23	0,24
PHE	0,52	0,47	0,49
HIS	0,29	0,28	0,34
LYS	0,36	0,48	0,36
ARG	0,25	0,40	0,38
PRO	1,05	1,82	1,35

(1)Aminoacid, (2) Triticales cv *Hungaro*, (3) Rye cv *Ryefood*, (4) Wheat cv *GK Öthalom*

A *Hungaro* durumrozs az első magyar nemesítésű étkezési triticales fajta, amely elsősorban a durum búza és rozs tulajdonságait (genomját) egyesíti magában, de tartalmaz tulajdonságokat az étkezési búzából is. A *Hungaro* triticales fajtajelöltet étkezési és takarmány célra jelentettük be és így kapott Állami Elismerést és Növényfajta-oltalmat. Elsősorban még takarmányozási célra hasznosítják. A fajta humán felhasználása (malomipar, sütőipar, cukrászipar, tésztagyártás) '*Hungaro durumrozs*' néven elindult, amelyhez – a Fajtaminősítő Tanács javaslatára – a NÉBIH

névhasználattal egyetértő állásfoglalása is megszületett. A búza fajoktól örökölt gének biztosítják a nagy termést és jó sütő-és tésztaipari minőségi tulajdonságokat, amelynek köszönhetően lisztje önmagában (tisztán, keverés nélkül) is alkalmas pékáruk és tésztafélék előállítására. A rozstól örökölt tulajdonságok teszik lehetővé a fajta kitűnő abiotikus és biotikus rezisztenciáját.

Ma, amikor a világ a környezetszennyezésből eredő ártalmakkal szembesül, akkor a *Hungaro* tritikálé (*Hungaro durum*rozs) új lehetőségeket kínál a környezetkímélő étkezési gabonatermelés növelésére és az ezekből készült egészséges élelmiszerek előállítására.

Breeding, genome composition and quality of recombinant secondary hexaploid tritcale

JÓZSEF KRUPPA, JR.¹, KLAUDIA KRUPPA², JÓZSEF KRUPPA¹

¹ Kruppa-Seed Ltd., Kisvárda

² Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

SUMMARY

The breeding method applied for the recombinant secondary hexaploid tritcale proved to be effective since the favourable traits of wheat, durum wheat and rye were successfully combined in the genome of the new variety. Multicolour GISH was used for the genome compositional analysis. According to the results, the variety contains the wheat AB genome (AABB = 28 chromosomes) and the whole rye (R) genome (RR = 14 chromosomes). The presence of D genome, however, could not be confirmed within the detection limit of the GISH method. *Hungaro* is the very first tritcale variety bred both for human consumption and animal nutrition and obtained State recognition and Plant Variety Protection in this respect. For several years already, the variety has been multiplied in rather large areas and grown as fodder crop. Exploitation of the variety for human consumption (milling industry, baking industry, pasta production) has also been launched. Related to this, the National Food Chain Safety Office (NFCISO) has issued an agreement on the designation of '*Hungaro durum rye*'. As for the grains' nutritional

value, its protein content equals to or is higher than that of wheat; its mineral content is higher than that of wheat and the amount of essential amino acids – especially methionine and cysteine – is also higher. The amount of E, B₁, B₂ and B₆ vitamins in the flour of the triticales variety is twice as much as in wheat flour. Its fibre content is remarkably (2 or 3 times) higher, yet it contains 10% less energy. These parameters are characteristic for the flour as well.

Keywords: recombination, food uses of triticales, Hungaro durumrye, human consumption, quality

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 „Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen“ projekt támogatta

IRODALOMJEGYZÉK

- Bedő Z. – Láng L. (1992):* A lengyel triticales fajták honosítása Magyarországon. In: Rozs és triticales termesztése. Keszthely, 22-24.
- Bóna L. (2004):* Triticales in Hungary. In: M. Mergoum (ed.) Triticales FAO Book. S., Rome, 2004. 119-121.
- Bóna L. (2011):* Tritikálé: egy fiatal növény új lehetőségek előtt. In: Oláh, I. (szerk.) MAG Arany Évkönyv 2011, Bétaprint Nyomda, Budapest, 39-43.
- Győri Z. – Kruppa J. – Ungai D. – Győriné Mile I. – Sipos P. (2009):* Examination of technological and nutritional properties of breads made from triticales flour. In: 5th International Congress Flour-Bread '09. Opatija, Horvátország, 2009.10.21-2009.10.23. Osijek: 503-507.
- Kiss Á. (1968):* Triticales, a homok új gabonája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kruppa J., – Hoffmann B. (2006):* Új étkezési és takarmány tritikálé (Triticum turgidocereale) és rozs (Secale cereale) fajták. Mag, kutatás, fejlesztés és környezet 20, (4) 43-45.

Kruppa J. – Ifj. Kruppa J. (2011): Új eredmények a tritikálénemesítésben és hasznosításban. Mag Arany Évkönyv 2011. 106-109.

Kruppa Ifj., J.- Kruppa, K.- Kruppa, J. (2014): Hungaro durum rye - our new dietary cereal. In: Maráz A, Pfeiffer I, Vágvölgyi Cs (szerk.) Fiatal Biotechnológusok Országos Konferenciája "FIBOK 2014": Program és összefoglalók. 100 p Szeged: JATEPress Kiadó, 2014. p. 68 (ISBN:[978-963-315-167-9](#))

Kruppa J Jnr.,- Kruppa, K.- Kruppa, J. (2016): Hungaro durumrye – the first food triticale variety. In.: Bona, L.– Cooper, K. V.:Book of Abstracts 9th International Triticale Symposium. Published by the Cereal Research Nonprofit Ltd., Hungary.24. (ISBN:[978-963-12-5649-9](#))

Molnár I. – Benavente, E. – Molnár-Láng M. (2009): Detection of intergenomic chromosome rearrangements in irradiated *Triticum aestivum*– *Aegilops biuncialis* amphiploids by multicolour genomic *in situ* hybridization. *Genome*. 52, 156-165.

Schlegel R. (1996): Triticale – today and tomorrow. In: *Guedes- Pinto, H. – Darvey, N. – Carnide, V.P.* (eds.): Triticale: Today and tomorrow. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. 21-31.

Tohver, M. – Kann, A. – Taht, R. – Mihhalevski, A. – Hakman, J. (2005): Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chemistry*. 89, 125–132.

Varughese, G. (1996): Triticale: Present status and challenges ahead. In: *Guedes- Pinto, H. – Darvey, N. – Carnide, V.P.* (eds.): Triticale: Today and tomorrow. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. 16-19.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

IFJ. KRUPPA JÓZSEF

Kruppa-Mag Kutató, Vetőmagtermesztő és Kereskedelmi Kft.

4600 Kisvárd, Váralja út 22

E-mail: kruppajoe@gmail.com

KRUPPA KLAUDIA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet,

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2

E-mail: kruppa.klaudia@agrar.mta.hu

KRUPPA JÓZSEF

Kruppa-Mag Kutató, Vetőmagtermesztő és Kereskedelmi Kft.

4600 Kisvárd, Váralja út 22

E-mail: kruppa19@t-online.hu



Precíziós növénytermesztési technológiák és nagy felbontású légi távérzékelési adatok alkalmazhatósága az őszi búza termesztésében

AMBRUS ANDREA¹ – BURAI PÉTER² – BEKŐ LÁSZLÓ² – JOLÁNKAI MÁRTON³

¹ Eszterházy Károly Egyetem

Agrártudományi és Vidékfejlesztési Kar

Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézet

Gyöngyös

² Eszterházy Károly Egyetem

Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet

Gyöngyös

³ Szent István Egyetem

Növénytermesztési Intézet

Gödöllő

ÖSSZEFOGLALÁS

A precíziós gazdálkodás gyakorlati alkalmazása egyre elterjedtebb hazánkban. A gazdálkodási területről gyűjtött adatok köre és minősége meghatározza az elemzések és ezen keresztül a gazdálkodási területen folyó munkaműveletek minőségét. A precíziós gazdálkodáshoz alapvető adatbázist képeznek a GPS koordinátákhoz rendelt hozam, valamint a terület tápanyag-tartalma. Napjainkban megjelentek a mezőgazdaság számára is értékes információkat nyújtó nagy pontosságú távérzékeléssel gyűjtött adatok.

Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy a precíziós technológiát hogyan segíthetik a légi távérzékelés által szolgáltatott nagy pontosságú adatok, amelyek a

lehetővé teszik a mintaterület minél pontosabb megismerését és a területen végbemenő folyamatok (víz akkumuláció, lefolyási viszonyok meghatározása, erózió) modellezését.

A helyspecifikus és hagyományos gazdálkodás összehasonlítására szolgáló mintaterület Gyöngyöspata külterületén található, a kezelt terület 20,2 ha a kezeletlen terület 21,6 ha nagyságú. Munkánk során a gazdaság által készített 2011-es évi hozamtérképet használtuk fel. Kutatási célunk, hogy megvizsgáljuk a termés mennyisége és a mikrodomborzat közötti összefüggéseket, valamint a mikrodomborzat termés mennyiségére gyakorolt hatását. A termés mennyiségét, valamint a termés biztonságát a talaj vízháztartási jellemzői befolyásolják. Véleményünk szerint, a talaj vízháztartási jellemzői erősen függenek az adott terület mikrodomborzatától, hiszen a lejtős területekről a nagyobb mennyiségű, intenzívebb csapadék lefolyik, mielőtt még a talaj raktározni lenne képes, míg a sík területeken hasonló talajadottságok mellett is nagyobb valószínűséggel tud a csapadék raktározódni a talajfelszínen való hosszabb tartózkodási idő miatt. Egy tábla aszályérzékenysége ennek alapján véleményünk szerint helyspecifikusan is értelmezhető.

A domborzati viszonyok vizsgálatához LiDAR technológiát alkalmaztunk. A légi lézerekkel végeztünk Leica ALS-70 HP szenzorral, amely felvételezésből előállítottuk Digitális Domborzati Modell-t (DDM) a mintaterületre. A Digitális Domborzati Modell (DDM) lehetővé tette a terület lejtési viszonyainak és a felszín érdességi viszonyainak pontos megismerését. A DDM előállítása osztályozó algoritmusok segítségével történt, amely alapján a terület lejtési viszonyairól kaptunk képet. A DDM-ből a 10*10 m-es cellákra számított rétegek (DDM lejtő átlag és szórás, flowacc átlag és szórás) és a hozam között statisztikai kapcsolatot vizsgáltuk. A lefolyási viszonyok kulcsfontosságú szerepet töltenek be a területre lehulló csapadék mozgásában, és ezen keresztül a tápanyagok felvehetőségnek befolyásolásában. Az akkumulációs zónák meghatározásával a víz lefolyásának a szögét és a területen lévő hosszát kaptuk meg. A hozamtérkép alapján azonban a kontroll parcella egyes területein magasabb hozamot tapasztaltunk. Véleményünk szerint, ezen a területen a sík terepviszonyoknak köszönhetően a tápanyagok felvehetőségéhez szükséges víz rendelkezésre állt, valamint az erózió hiánya miatt tápanyagok kimosódásával sem kell számolnunk. Ezen a magasabban fekvő É-K-i részen kevés akkumulációs zóna található, tehát a csapadék nem folyik el az alacsonyabb részek felé, így lehetősége van

a talajnak a víz raktározására, amelyből következik, hogy kisebb a talaj- és tápanyagveszteség.

Javaslatunk szerint a légi lézerszkennelt adatokból készített DDM a terület erózió viszonyainak leírására alkalmas, amivel akár területi inhomogenitás is számítható. Részletes talajtérkép és mikroklimatikus adatokkal kiegészítve akár pontos erózióbecslésre is alkalmas lehet.

Kulcsszavak: precíziós növénytermesztés, LiDAR, hozamtérkép.

BEVEZETÉS

A precíziós technológia jelentőségét és jövőjét tekintve *Tamás* (2001) megállapítja, hogy a növényi kultúra termésének nagysága genetikai, ökológiai és technológiai tényezők együttesének hatása, a termőhelyi viszonyok függvényében egy adott táblán belül is jelentős változatosságot mutathat. Mivel hazánkban összetett talajtani viszonyok jellemzőek, ezért a precíziós technológia bevezetését elsősorban a termőhely változatossága indokolja. *Szabó* (2007) kiemeli, hogy a precíziós növénytermesztés egy termőhely-specifikus rendszert jelent, ahol a termőhely és a termés részletes, tábla szinten belüli felmérése (talaj- és növényvizsgálat, termés elemzés), illetve ezek eredményeinek korszerű térinformatikai módszerekkel történő feldolgozása és kezelése megy végbe. A precíziós növénytermesztés egyik alapinformációját a hozamtérképek jelentik, amelyek a táblán belüli hozamingadozásokat jelenítik meg. A hozamingadozások alapján képet kaphatunk a talaj termőképességéről, a tápanyag-visszapótlási gyakorlat és az alkalmazott agrotechnika színvonaláról (*Székely*, 2000).

Napjainkban a Globális Műholdas Helymeghatározó Rendszer (GNSS) jelentős és fontos szerepet tölt be az összes olyan területen, amely érinti a Föld felszínének precíziós pontosságú helymeghatározását (*Jina-Komjathy* 2010). A GNSS használat általánossá vált a mezőgazdasági felhasználók körében és a termelőket képessé teszi a termésmennyiség optimalizálására a különböző talajadottságok figyelembevételével a hatékonyabb termelés érdekében. Sok mezőgazdasági navigációs rendszer valós idejű GNSS navigációs rendszerrel segíti és ellenőrzi a munkagépeket (*Bancroft et al.*, 2012). A korrekció nélküli műholdas helymeghatározás ± 3 -15 m pontosságú, amely a műhold

alapú kiegészítő rendszerrel $\pm 50-60$ cm-es pontosság érhető el, amely a mezőgazdasági gyakorlatban a permetezés, talajművelés, betakarítás és műtrágyázás elvégzéséhez elegendő. A mezőgazdasági alkalmazások esetében a pontos rendszerek akár $\pm 2-2,5$ cm-es vertikális és horizontális pontosságot biztosítanak (Milics 2008). Neményi *et al.* (2006) olyan információs eszközök kifejlesztését látja szükségesnek, amelyek szinte képalkotó módon képesek a földfelszín, annak objektumai, illetve a felszínközeli rétegek fizikai állapotáról információt szolgáltatni.

Napjainkban olyan távérzékeltési technológiák elérhetőek, amelyek akár néhány cm-es felbontásban nagy geometriai pontosság mellett képesek információt szolgáltatni a környezetünkről. A légi távérzékeltési módszerek közül a passzív rendszereknél a nagy terepi felbontású ortofotók és a nagy spektrális felbontású hiperspektrális felvételek szolgáltatnak részletes adatokat, akár napi több száz km^2 -es területi teljesítménnyel. A térinformatikai alkalmazások Illés–Kovács (2007) megállapítása szerint hatékonyan tudják támogatni a termőhelyi információk beszerzését, úgymint a domborzat jellemző tulajdonságait. Az aktív távérzékeltési technológiák közül, a légi lézerszkennelés (LiDAR) nyújt nagy pontosságú alapadatot a termőterületekről. A LiDAR pontfelhőből a legtöbb esetben a felszín pontos magassági viszonyait tartalmazó digitális domborzatmodell (DDM) és digitális felületmodell (DFM) állítanak elő (Szatmári 2003).

A precíziós mezőgazdaság kulcskérdése a mezőgazdasági táblán belüli tulajdonságok térbeli eloszlásának meghatározása, amely alapján az agrotechnikai kezelések megvalósíthatók (Czinege *et al.*, 2000). Technológiai szempontból alapvető kérdésként jelöli meg Jolánkai–Németh (2007) az egyes növényfajok reakcióját az adott agroökológiai rendszerben. Az agroökológiai rendszer pontosabb megismeréséhez hozzájárulnak a termőhelyi tulajdonságok térbeli megismerése.

Szabó (2007) megfogalmazása szerint a térbeli kiterjesztés egy speciális esete az átlagminta alkalmazása. Az átlagminta egy jól definiált és megtervezett pontsorozatból vett egyedi minták összekeveréséből származik. Az átlagminta reprezentálja a területegységet, azonban kevésbé jellemzi a termőhely heterogenitását. A távérzékelt technológiák nyújtotta nagy mintavételi gyakoriság alkalmas lehet egyes tulajdonságok térbeli jellemzéséhez, hozzájárulva a precíziós technológiák információ igényéhez.

Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy a precíziós technológiát hogyan segíthetik a légi távérzékelés által szolgáltatott nagy pontosságú adatok, amelyek a lehetővé teszik a mintaterület minél pontosabb megismerését és a területen végbemenő folyamatok (víz akkumuláció, erózió) modellezését.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált terület Gyöngyöspata külterületén található. A mintaterületet 160,88 ha-os táblából jelöltük ki, a kijelölt területet két részre osztottunk. A kezelt terület 20,2 ha, a kezeletlen terület 21,6 ha nagyságú. A továbbiakban a számításokat erre a mintaterületre végezzük el.

A vizsgált területen 2006-ban történt alapadat felvétel, valamint az első hozamtérkép 2007-ben készült. A korábbi vizsgálati eredményekből megállapítottuk (Ambrus *et al.*, 2008) a területen az őszi búza termésátlaga és minősége rendkívül heterogén. A talajvizsgálati eredmények szerint a terület foszfor ellátottsága több helyen korlátozó tényezőként jelenhetett meg a termés mennyiségére és minőségére egyaránt. A 2007-es évtől kezdődően a táblát kétfelé választottuk kezelt és kezeletlen kontroll részre (1. ábra). A precíziós tápanyag-visszapótlás módszertanának megfelelően a kezelt mintaterületre helyspecifikusan juttattunk ki műtrágyát monofoszfát formájában, még a kontroll részre a hagyományos gazdálkodás során alkalmazott tápanyag-visszapótlási módszert használtunk. Célunk az volt, hogy a kezelt terület foszfor ellátottságát optimalizáljuk, így biztosítva a termés mennyiségi és minőségi adatainak szórásának csökkenését.



1. ábra A mintaterület felosztása (fekete: kezelt, szürke: kezeletlen)

Figure 1. Location of the study site (black: treated, grey: untreated)

A légi távérzékelési rendszerek közül a hiperspektrális technológiára AISA Eagle II szenzorral készített felvételt alkalmaztuk, míg a felszín geometriai viszonyainak vizsgálatára nagy teljesítményű Leica ALS-70 HP lézerszkennelvel készítettünk pontfelhőt.

A hiperspektrális felvételek Piper Aztec típusú repülőgépre szerelt, push-broom típusú AISA Eagle II hiperspektrális kamerával készültek a látható és a közeli-infra tartományban (VNIR). A felvételezés a teljes sáv szélességben (400-1000 nm) 4,5 nm-es mintavétellel történt, így minden egyes képpont 128 spektrális csatornát tartalmaz. A navigációs adatok rögzítését egy OxTS RT 3003 típusú, nagy pontosságú GNSS/INS rendszer végezte. A felvételek 2012. augusztus 20-án készültek, az alábbi repülési paraméterekkel:

- repülési magasság (AGL): 1500 m
- repülési sebesség: 55 m/s
- sáv szélesség: 400-1000 nm
- sávok átfedése: 30%
- terepi felbontás: 1,5 m.

A repüléssel egy időben terepi spektrum mérést is végrehajtottunk ASD FieldSpec3 típusú terepi spektrofotométerrel, különböző homogén felszíneken, illetve ismert reflektanciájú referencia ponyván. Ezeket a későbbiekben atmoszférikus korrekcióhoz használjuk fel. A hiperspektrális adatok előfeldolgozását a Specim cég által fejlesztett CaliGeoPro program segítségével végeztük el (radiometriai és geometriai korrekció).

A légi lézershennelést Leica ALS-70 HP szenzorral végeztük el (2. ábra). A LiDAR rendszerek másodpercenként több mint 100 ezer impulzust képesek kibocsátani, amely a transzmitter által kibocsátott impulzus kibocsátási idejének és a visszavert impulzus beérkezési idejének nagy pontosságú meghatározásán alapszik. A légi LiDAR előnye, hogy gyorsan, nagy pontosságú adatgyűjtésre alkalmas a föld felszínéről, nagy területről, és képes olyan területeken is mérni ahol a földi geodéziai méréseket csak nagy erőforrással lehetne megvalósítani.

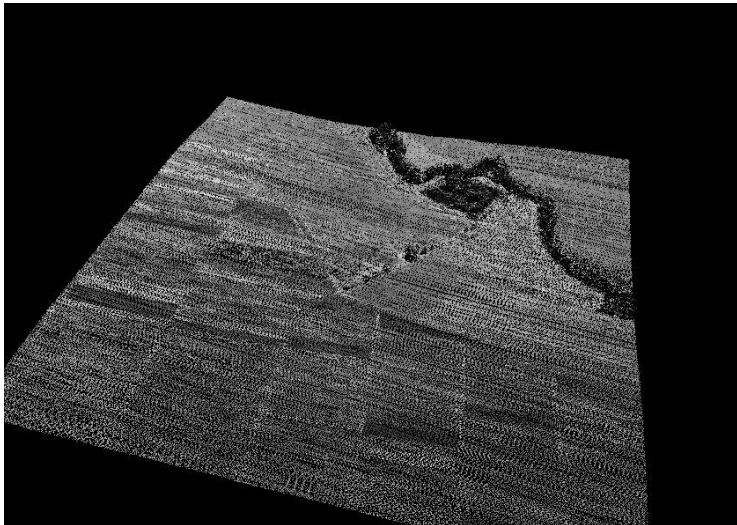


2.ábra A mintaterület elhelyezkedése a hiperspektrális felvételen

Figure 2. Situation of study site on the hyperspectral image

A LiDAR felvételezésből előállított Digitális Domborzati Modell (DDM) vízszintes értelemben 20 cm, magassági értelemben ~5-10 cm-es pontossággal készült. Az alkalmazott LiDAR technológia teljes jelalakos (full waveform) LiDAR rögzítő és feldolgozó rendszer. Hasznos repülési magasság: 200 – 3500 méter (AGL), effektív impulzus sűrűség: 500 KHz. Az eszköz alkalmas minimum 4 db visszaverődés detektálására és digitális rögzítésére minden kiküldött jelből és minimum 3 db visszaverődés intenzitásának digitális rögzítésére. A légi lézerszkennelt felvételek 2014 tavaszán készültek a bemutatott szenzorrendszerrel. Az felvételezés során előállított pontfelhő átlagos pontsűrűsége 10 pont/m² volt, 20%-os sávok közötti átfedés, 800 méter terep feletti repülési magasság és 50° látószög (FOV) beállítási paraméterek mellett.

A LiDAR pontfelhőből (3. ábra) készített Digitális Domborzat Modell (DDM) alkalmas a terület lejtési viszonyainak és a felszín érdességi viszonyainak pontos megismerésére. A DDM előállítása osztályozó algoritmusok segítségével történt, amelyek elemzik a LiDAR adathalmaz pontjainak elhelyezkedését, magassági jellemzőjét és ez alapján különböző osztályokba sorolják azokat (pl. talajfelszín pontjai, cserje szint, fás szárú vegetáció, épületek, stb.). Munkánk során az UTM 34N és az Egységes Országos Vetületi Rendszert (EOV) használtuk.



3. ábra Osztályozatlan pontfelhő LAS formátumban

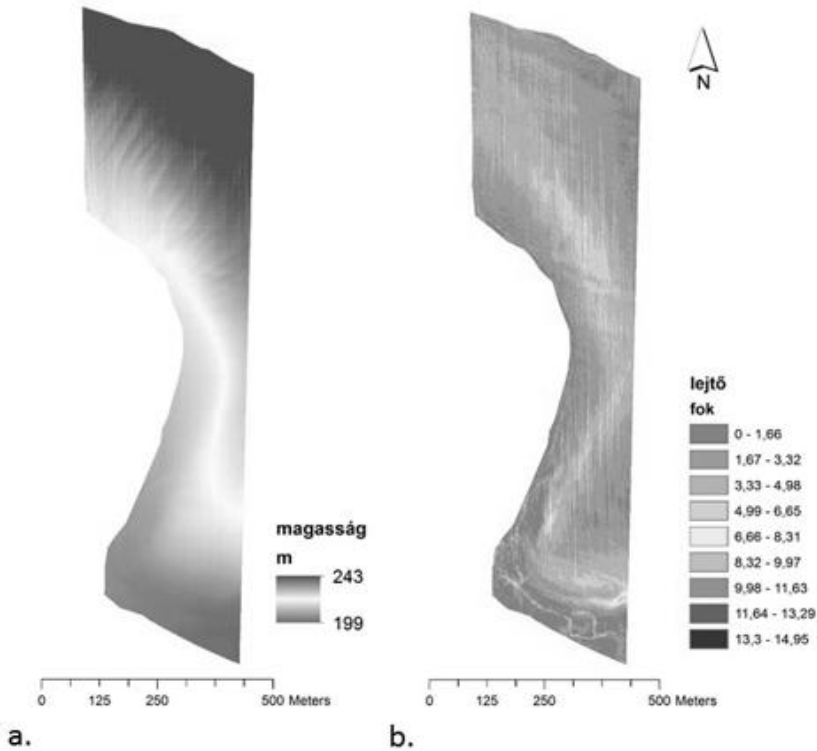
Figure 3. Unclassified point cloud in LAS format

A hiperspektrális felvételek feldolgozása ENVI/IDL 5.0 szoftverkörnyezetben történt. A vegetációs indexek további értékelését ArcGIS 10.1 programmal végeztük el. A LiDAR adatokból készített DDM, valamint a hozamtérkép további feldolgozása az ArcGIS 10.1-es programmal történt. A statisztikai elemzésekhez IBM SPSS Statistics 18 programot alkalmaztuk.

EREDMÉNYEK

A távérzékelte adatokkal való összehasonlíthatóság érdekében a 2011-es évben a hozamtérképet átalakítottuk raszterből képzett transzformált vektor térképre (3. ábra), annak érdekében, hogy a nagy pontosságú távérzékelte adatokkal összevethető legyenek az adatok. A raszterek mérete 10×10 m. A raszter nagyságát a hozammérővel felszerelt kombájn mintavételi területe alapján határoztuk meg. Minden raszter egy átlagminta értékét tartalmazza. A 10 m-es felbontásra számított termésátlagok 1,1-6,3 t/ha értékek között változtak. Az erőgép GNSS rendszere által készített domborzati térkép 1,5 m-es lépésközű, amely ugyan megmutatja a terület lejtőviszonyait, azonban ezekkel az eszközökkel nem készíthető pontos Digitális Domborzati Modell, ezért ezeket az adatokat nem alkalmaztuk a további vizsgálatoknál.

Az osztályozott lézerekkel pontfelhőből digitális terepmodellt állítottunk elő (4. ábra) amelyen jól vizsgálhatóak a terület lejtésviszonyai. A későbbiekben az eredetileg UTM34N koordináta rendszerben és ellipszoid feletti magassági adatokat Balti feletti magassági értékké számítottuk át. A DTM alapján a legmagasabban fekvő pontok a tengerszint felett 190,44 m-re találhatóak és a legalacsonyabban fekvő pont 155,82 m magasan helyezkedik el. A mintaterületen mérhető legnagyobb szintkülönbség 34,62 m.

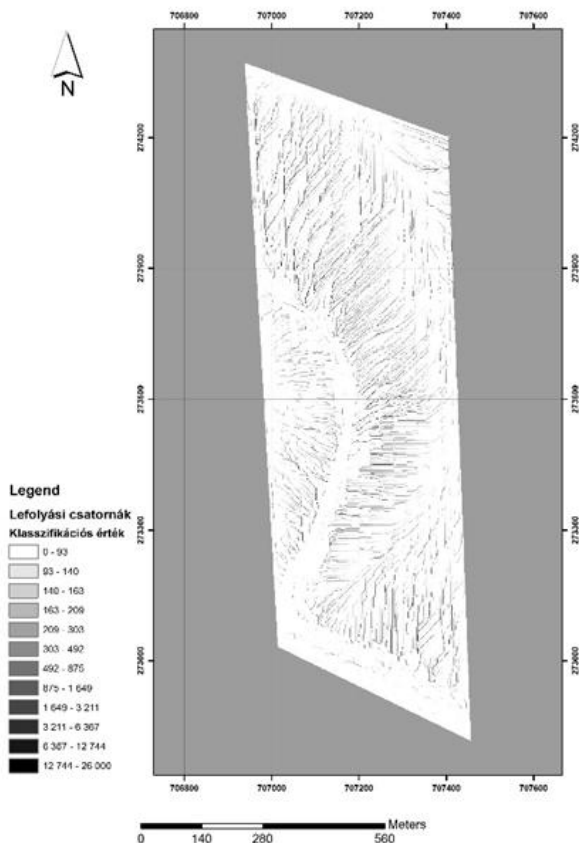


4. ábra A mintaterületről készített DDM (a) és a lejtő raszteres térképe (b).

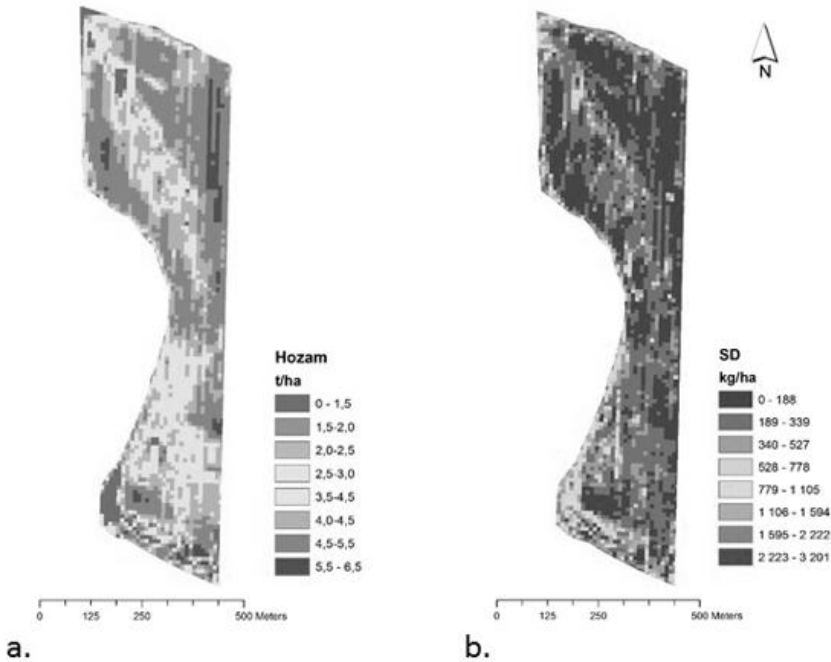
Figure 4 DTM of study site (a) and classified slope image (b)

A 6. ábrán látható a DDM-ből számított lejtőviszonyok, ahol világos sávban markáns vonalként jelennek meg a vizsgált terület a nagyobb lejtéssel rendelkező részei. A lejtő szög képpontjainak számításakor bilineáris interpolációt alkalmaztunk. Egy-egy raszter értékét a raszteren belüli pontok magasságának súlyozott számtani közepe adja. Így minden raszter egy interpoláló felület, azaz egy vízszintes helyzetű kiegyenlítő sík. A felbontás kiválasztásánál különböző beállításokat teszteltünk 0,2-5 m-ig. A további feldolgozásra az 1 m-es felbontást választottuk, mert az ennél részletesebb adat esetében, a felszíni érdességi viszonyok és a pontfelhő szórása (átlagosan 2-6 cm) miatt, túl „zajos” volt az interpolált terepmodell. Az 1 m-nél nagyobb cellaméretek esetében eltűntek a felszíni lefolyás szempontjából fontos felszíni formák. A kutatás következő fázisában a lefolyási zónákat és azok hosszát határoztuk meg a vizsgálati területen. A lejtési viszonyok mellett fontos tudnunk, hogy mely irányból, milyen hosszban érkezik

az akkumulációs zónákba a víz. A talaj tápanyag-szolgáltatási és felvételi folyamatai tér- és időparaméterekkel írhatók le. A tápanyagok mozgását a területre lehulló csapadék mennyisége, intenzitása, időbeli eloszlása és a terület domborzati adottsága együttesen befolyásolja. Míg a nitrogén gyorsan mozog a talajban, így kimosódásra hajlamos, addig a foszfor és a kálium a lassan mozgó elemek közé tartoznak. Az akkumulációs zónák megmutatják a víz lefolyásának szögét és a vízfolyás hosszát a területen. (5. ábra)



5. ábra Lefolyási csatornák elhelyezkedése a mintaterületen
Figure 5. Location of the accumulation zones on the study site



6. ábra. A mintaterületre számított 10*10 m-es felbontású terméstérképe az átlag (a) és szórás értékekkel (b) megjelenítve

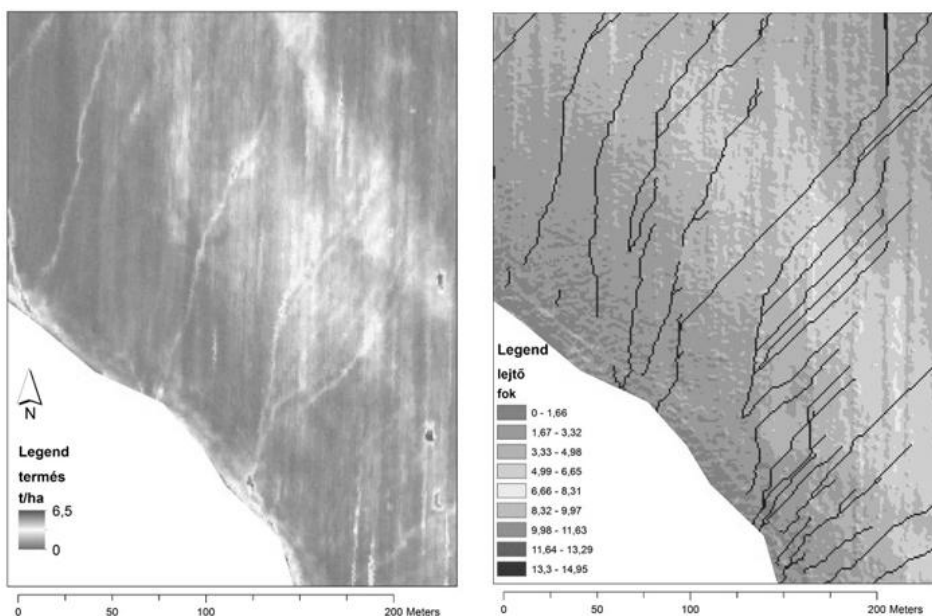
Figure 6. Classified yield map (a) and deviation of yield values (b) in 10*10m ground resolution

Az akkumulációs zónák megmutatják, hogy a csapadék, a terület mely részén folyik össze. Az 5. ábrán látható, hogy az akkumulációs zónák száma kevesebb a magasabban fekvő É-K-i részen, tehát erről a részről a csapadék nem folyik el az alacsonyabb részek felé, így lehetősége van a talajnak a víz raktározására, amelyből következik, hogy kisebb a talaj- és tápanyagvesztés.

Korábbi kutatásunk során (Ambrus *et al.*, 2015) megállapítottuk, hogy a hiperspektrális felvételekből számított keskenysávú hiperspektrális indexekből terepi kalibrációs mérések alkalmazásával lehet becsülni egy adott területen a termés hozamát. A nagy terepi felbontású felvétel alkalmas lehet a területi heterogenitás számítására. A terepi heterogenitás számítására 10*10 m-es felbontású fedvényt alkalmaztunk. Az így számított fedvény terepi felbontása megegyezik az erőgép által szolgáltatott legjobb terepi felbontású adattal. Minden egyes cellára kiszámítottuk az átlagot (\bar{x}) és a szórást

(s). A becsült termésmennyiség és a szórás együttes vizsgálatával meghatározhatóak azok a területek ahol nagy a területi inhomogenitás (6. ábra).

Vizsgálatainkkal választ kerestünk arra a kérdésre, hogy a természetlágban tapasztalható területi eltérések milyen kapcsolatban állnak a domborzati viszonyok változékonyságával. A 7.(a.) ábrán jól látható, hogy a hiperspektrális légi felvételtől számított nagy terepi felbontású (1 m) modellen az őszi búza hozamának terepi változatossága, a 7.(b.) ábrán a vegetációs térképen kirajzolódnak a szűk keresztmetszetű eróziós árkok. A modell tehát alkalmas a terület térbeli pontos megismerésére.



7. ábra. Részlet a hiperspektrális felvételtől számított terméstérképből (a.) és a lézerekennelt adatból készített osztályozott lejtő térkép és eróziós barázdák (b.)

Figure 7. Detailed yield map was calculated from hyperspectral image (a) and accumulation zones was delineated from laserscanner point cloud (b)

Megvizsgáltuk, hogy a DDM-ből a 10*10 m-es cellákra számított rétegek (DDM lejtő átlag és szórás, flowacc átlag és szórás) és a hozam közötti statisztikai kapcsolatot. Egyetlen független változó alkalmazása esetén az átlag lejtő értékek és a hozam között gyenge statisztikai kapcsolatot találtunk ($R^2 = 0,51$). A lineáris modell számításakor a

„flow accumulation” és a lejtő értékek (mint független változók) együttes alkalmazásával valamivel szorosabb ($R^2 = 0,56$) statisztikai kapcsolatot tudunk kimutatni a terméstérképpel.

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált területen 2006 óta gyűjtött adatok azt mutatták, hogy az őszi búza hozama nagy térbeli változatosságot mutatott. A 2007 óta alkalmazott precíziós tápanyag-visszapótlási technológia ugyan csökkentette a termésátlag ingadozásokat, azonban a kontroll parcella bizonyos részein továbbra is magasabb és homogénebb volt a termés, mint a kezelt területen.

A nagy felbontású légi távérzékelési felvételek elemzésével lehetőség volt a táblán belüli inhomogenitás becslésére. A hiperspektrális légi felvételekből számított modell segítségével nagy terepi felbontással (1 m) becsülhető volt az őszi búza térbeli változékonysága. Akár a szűk keresztmetszetű eróziós árkok is pontosan kirajzolódtak a vegetáció térképen. A modell alapján számított nagy térbeli felbontású hozamtérképen olyan térbeli problémák is feltárhatók, amely a betakarítás során készített hozamtérkép (max. 10 m terepi felbontás) alapján nem volt lehetséges.

A tápanyagok helyspecifikus kijuttatásának hatását a domborzat és rajta keresztül a lejtési és lefolyási viszonyok tovább módosíthatják, ezért ennek pontosabb megismerésére van szükség. A lefolyási viszonyok kulcsfontosságú szerepet töltenek be a területre lehulló csapadék mozgásában, és ezen keresztül a tápanyagok felvehetőségnek befolyásolásában. A LiDAR adatokból számított lejtőtérkép alapján meg lehet határozni azokat a területeket ahol az erózió hatása miatt jelentősebb tápanyagvesztés és kedvezőtlenebb vízgazdálkodási tulajdonság alakul ki a talajban. A biomassza térképpel összevetve is kimutatható volt a lejtő hatása a termésmennyiségre a lejtős területen.

Az akkumulációs zónák megmutatják a területen a víz mozgásának szögét és a lefolyás hosszát, amelyből további elemzéssel meghatározhatók az eróziós barázdák. A domborzati viszonyok befolyásolhatják a terület aszályérzékenységét. A talaj

vízraktározó képessége helyspecifikus talajműveléssel javítható, de a domborzat alapvetően determinálja a terület aszályérzékenységen keresztül a termésbiztonságot.

Az adatgyűjtés minősége erősen befolyásolja az eredmények felhasználhatóságát. A mintavételi sűrűség a különböző vizsgálatok során ideális esetben azonos. Megállapítottuk, hogy a hozammérővel felszerelt kombájn által gyűjtött hozam adatok és a nagy pontosságú távérzékeléssel gyűjtött adatok (LiDAR), a mintavételi sűrűség nagyfokú eltérése miatt együtt nem értékelhetők hatékonyan.

A biomassza potenciál felmérésre a hiperspektrális és LiDAR felvételek elemzése nyújthat összehasonlítható eredményt, mivel a két rendszer adatgyűjtési pontossága közel azonos. A távérzékelte adatokkal (LiDAR) pontos Digitális Domborzati Modell készíthető a területről, amely a precíziós növénytermesztés számára is fontos információt jelenthet a területen végbemenő folyamatok modellezéséhez. A lejtős területek azon részén, ahol a felszín magasságának is nagyobb a szórása – eróziós barázdák kialakulása valószínűbb. A precíziós tápanyag-visszapótlás során a kijuttatandó tápanyag mennyisége tovább differenciálható ezen információk birtokában. A légi lézerszkennelt adatokból készített DDM-t akár a vegetációs időszakon kívül is el lehet készíteni így a betakarítás előtti időszakban információhoz juthatunk az aktuális terepviszonyokról.

The applicability of precision crop growing technologies and air remote sense and GNSS data in winter wheat growing

ANDREA AMBRUS¹ – PÉTER BURAI² – LÁSZLÓ BEKŐ² – MÁRTON
JOLÁNKAI³

¹ Károly Róbert College

Institute of Agricultural and Environmental Sciences

Gyöngyös

² Károly Róbert Főiskola

Institute of Remote Sensing and Rural Development

Gyöngyös

³ Szent István University

Institute of Crop Production

Gödöllő

SUMMARY

Nowadays environmental protection and sustainable production are obligatory for all producers. With precision agriculture it is possible to meet all the requirements of sustainable production. The satellite-based positioning is the main element of precision agriculture because the entity of agricultural production - the land - can be handled based on its heterogeneity. By the utilization of agricultural GIS the cognition of land - the basic tool of agricultural production and the monitoring of running processes become possible. The study site is located between Gyöngyös and Gyöngyöspata, 1 km far from Gyöngyöspata. The study site is selected from a 160,88 ha field and it is divide to two parts. The treated area is 20,2 ha and the untreated is 21,6 ha. The soil characteristics of the study area and the surrounding lands are composed because the rock quality, the relief, the macro- and mezo-climate, the evaporation and runoff conditions and the vegetation are very varied.

For hyperspectral data acquisition push-broom type AISA Eagle II sensor was used (equipped into a Piper Aztec). To evaluate the geometry of the terrain Leica ALS-70 HP airborne laser scanner was used. The hyperspectral data acquisition with the AISA

Eagle II hyperspectral sensor was fulfilled in the visible and near infrared (VNIR) spectra. Assessment was done in full spectral width (400-1000 nm) with 4,5 spectral resolution- each pixel contained 128 spectral bands. Navigation data was collected with and OxTS 3003 high precision GNSS/INS system.

Airborne laser scanning was fulfilled with Leica ALS-70 HP sensor. The horizontal accuracy of the digital terrain model (DTM) based on ALS data was 20 cm. The vertical accuracy was approximately 5-10 cm. The aerial laserscanning was taken place in spring 2014. The average point density of the point cloud was 10 point/m², the overlap was 20%, the flight altitude was 800 m and the field of view was 50°. The used geographic reference system were UTM 34N and Hungarian Spatial Reference HD72/EOV.

For effective comparison the yield map of 2011 had to be transformed to the same format as the high precision LiDAR data assesses in 2011. The resolution of the raster was 10 x 10 m. The size of the raster was determined by the sampling area of the harvester equipped with yield mapper. Each raster contains the values of average yield. The average yield that was calculated to the 10 m resolution varied between 1,1 and 6,3 t/ha. From the classified laserscanned point cloud digital terrain model was interpolated to investigate the micro-relief of the area. The elevation values on the DTM varied between 155,82 and 190,44 m. The slope characteristics calculated from the DTM highlighted the areas with larger slopes. We were looking for the reasons for how the varieties of relief characteristics determine the spatial differences of the average yield. We examined that what is the statistical relationship between the calculated layers from the DTM (10*10 m resolution) (slope average and deviation, flowacc average and deviation) and the average yield. If only one independent variable was used the relationship between the average slope values and yield was weak ($R^2 = 0,51$). During the calculation of linear model with common use of flow accumulation and slope values (as independent variables) the relationship between the yield map was a bit stronger ($R^2 = 0,56$) but the results did not change deterministically. Due to the accuracy of sampling the erosion dikes formed on the vegetation map. The accumulation zones show the direction and length of water flow from which erosion dikes can be determined. Relief and soil characteristics have a deterministic role in drought sensitivity. During the

determination of drought sensitivity the water storage ability of the soil has a great importance. The site-specific know of draught sensitivity modifies the determination of the amount of nutrient supply.

Keywords: precision farming, LiDAR, yield map

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 „Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen“ projekt támogatta

IRODALOMJEGYZÉK

Ambrus A., Hidvégi Sz., Laposi R. (2008): Precision method's impacts on quality, quantity and soil in growing winter wheat. VII. Alps-Adria Scientific Workshop, Cereal Research Communication, Volume 36, p. 367

Ambrus, A., Burai, P., Lénárt, Cs., Enyedi, P., Kovács, Z. (2015): Estimating biomass of winter wheat using narrowband vegetation indices for precision agriculture. Journal of Central European Green Innovation III: (2) pp. 13-22

Bancroft, J.B., Morrison, A., Lachapelle, G. (2012): Validation of GNSS under 500,000 V Direct Current (DC) transmission lines, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 83, April 2012, pp. 58–67

Czinege E., Pásztor L., Szabó J., Csathó P., Árendás T. (2000): Térinformatikai alapokra épülő műtrágyázási szaktanácsadás. Agrokémia és talajtan, pp. 49:55-64

Illés G., Kovács G. (2007): Térinformatika az erdőszeti termőhely-értékelésben. Földminőség, földértékelés és földhasználati információ. Konferencia kötet. MTA TAKI. pp. 177-184.

Jina, S., Komjathy, A. (2010): GNSS reflectometry and remote sensing: New objectives and results, Advances in Space Research, Volume 46, Issue 2, 15 July 2010, Pages 111–117 GNSS Remote Sensing-1

- Jolánkai M., Németh T.* (2007) In: Németh T., Neményi M., Harnos Zs (szerk.): A precíziós mezőgazdaság módszertana, MTA TAKI, Szeged pp. 63-74
- Milics G.* (2008): A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben, Phd értekezés, Pécsi Tudományegyetem
- Neményi M.* (2007): A precíziós növénytermesztés technológiai műszaki feltételrendszere, kutatásának előzményei és filozófiája. In: Jávor A., Kovács J. (szerk.): A korszerű tápanyaggazdálkodás műszaki feltételei. Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Mezőgazdaságtudományi Kar, Debrecen, pp. 25-33
- Szabó J.* (2007): A precíziós mezőgazdaság módszertana, In: Németh T., Neményi M. Harnos Zs (szerk.): MTA TAKI, Szeged pp 48-58
- Szatmári J.* (2003): Felszín- és domborzatmodellezés légi lézertapogatással, LIDAR, DDM Phare HU0008-02 SZTE – Térinformatika, Természettudományi Kar, Földtudományok Doktori Iskola
- Székely Cs.* (2000): Tervezési módszerek és eljárások. In: Buzás Gy., Nemessályi Zs., Székely Cs. (szerk.): Mezőgazdasági üzemtan I. (10. fejezet) Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó; pp. 272-328.
- Tamás J.* (2001): Precíziós mezőgazdaság elmélete és gyakorlata. Mezőgazdaság Szaktudás Kiadó, Budapest, p. 144

A szerzők levélcíme – Adress of the authors:

AMBRUS Andrea

Eszterházy Károly Egyetem

Agrártudományi és Vidékfejlesztési Kar

Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézet

H-3200 Gyöngyös Mátrai út 36.

E-mail: ambrus.andrea@uni-eszterhazy.hu

BURAI Péter

Eszterházy Károly Egyetem

Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet

H-3200 Gyöngyös Mátrai út 36.

E-mail: burai.peter@uni-eszterhazy.hu

BEKŐ László

Eszterházy Károly Egyetem

Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet

H-3200 Gyöngyös Mátrai út 36.

E-mail: beko.laszlo@uni-eszterhazy.hu

JOLÁNKAI Márton

Szent István Egyetem

Növénytermesztési Intézet

H-2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.

E-mail: Jolankai.Marton@mkk.szie.hu



Környezetkímélő energetikai beruházások megtérülésének vizsgálata a Pannonhalmi Főapátságnál

GOMBKÖTŐ NÓRA – HANCS HANNA

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Agrárökonómiai és Vidékfejlesztési Tanszék

ÖSSZEFOGLALÁS

A környezetszennyezés korunk egyik legnagyobb problémája, amelynek következtében a Föld természetes környezete jelentősen károsodik (talaj-, levegő-, vízszennyezés, fizikai rombolás, károsanyag-kibocsátás, stb.). A témával foglalkozó szakértők többsége azonban a legnagyobb szennyező hatást a mértéktelen villamosenergia használatnak tulajdonítja. Ma már – éppen a technika fejlődésének köszönhetően – az energia előállításához különböző környezetkímélő megoldások állnak rendelkezésre. Össztársadalmi érdek, hogy az ilyen típusú környezetkímélő energiatermelő források széles körben elterjedjenek, és valamennyi makrogazdasági szereplő (vállalatok, háztartások, állam, egyéb intézmények) által használatba kerüljenek. Az alternatív energiaforrást biztosító eszközök telepítéséhez mind Európai Unió, mind pedig állami szinten jelentős beruházási támogatás igényelhető, amely az eszközök magas beruházási értéke miatt indokolt. Az így előállított energia környezetkímélő tulajdonsága mellett lehetővé teszi a gazdasági szereplők villamosenergia költségének csökkentését is (ebben az esetben ugyanis csak a fenntartási költséggel kell számolnunk, amelynek fajlagos értéke lényegesen alacsonyabb, mint a villamosenergia ára). Ez a típusú beruházás tehát hosszú távon várhatóan megtérül.

Kutatásunkban egy köztudottan környezettudatos intézmény, a Pannonhalmi Főapátság energiatakarékos beruházásait (biomassza fűtőüzem, napelemek) tanulmányoztuk. A rendelkezésre álló adatokból megtérülési kalkulációkat végeztünk és

megbecsültük ezen beruházások hozzávetőleges megtérülési idejét. Elemzésünkkel azt vizsgáltuk meg, hogy vajon egy ilyen méretű közintézménynek hosszú távon érdemes-e ilyen típusú beruházásba kezdenie.

Kulcsszavak: környezettudatosság, biomassza, napenergia, megtakarítás, beruházás megtérülés

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A 21. század elején megfigyelhető óriási léptékű technikai/technológiai fejlődés mellett egyre nagyobb figyelem fordul a Földet és az emberiséget érintő olyan környezeti problémákra, mint például – a sokat emlegetett – globális felmelegedésre és annak egyik közvetlen kiváltó tényezőjére, a mértéktelen környezetszennyezésre. Ezek a jelenségek az emberiségre nézve hosszú távon rendkívül károsak. A környezetszennyezés rendkívül összetett fogalom. Szennyezésnek tekintünk minden olyan kibocsátást (emissziót), ami gyorsabb ütemben áramlik be a környezetbe, mint ahogy az azt képes lenne feldolgozni, asszimilálni (egy bizonyos szintig a természeti környezetnek is van hulladékfeldolgozó képessége). A környezetszennyezés magában foglalja a talaj legfelső – termékeny – rétegének károsítását (környezeti elemek által okozott talajerózió, mezőgazdasági termelés túlzott vegyszerhasználata, stb.), a Föld édesvíz készletének mennyiségi (pl. lecsapolás, túlhasználat) és/vagy minőségi (kémiai és fizikai vízszennyezés) rombolását, valamint a Föld teljes légkörének pusztítását. A levegőt szennyező anyagok rövid- és hosszútávon is kifejthetik hatásukat. Ez utóbbi esetben a szennyező anyagok egy évnél hosszabb ideig (akár évtizedekig vagy évszázadokig) is képesek a légkörben maradni, mivel nem reakcióképesek, emiatt nem is mérgezőek. Káros hatásukat elsősorban a légkör sugárzási egyensúlyának felborításán keresztül fejtik ki. Ezeknek a stabil gázoknak van idejük szétterjedni az egész földgolyó körül, általánosan mindenütt (globális) problémákat okozva. A két legismertebb és legjelentősebb ilyen probléma a globális felmelegedés (éghajlatváltozás), illetve az ózonréteg elvékonyodása (Kocsis 2008). A világban végbemenő káros folyamatok ütemének lassítására számos környezetvédelmi megoldás kínálkozik, ezek azonban mind a megelőzésen alapulnak. Ezek megvalósításához elengedhetetlen a

környezettudatos szemlélet, illetve cselekvés, amely azonban rendkívül összetett jelenség. *Fischer (1994)* szerint a környezettudatosság olyan cselekmények sorozata, amelyek a környezet, az élőhelyek, a sokféleség védelmében vállalt tudatos felelősségvállalást tartják szem előtt. *Maloney és Ward (1973)* vizsgálták és definiálták elsőként a környezeti tudatosságot. Megállapították, hogy a legtöbb ember ugyan elvileg elkötelezi magát a környezetvédelem ügye mellett, a többség azonban sem az ismereti, sem a magatartási jellemzői alapján nem tekinthető környezettudatosnak. A környezettudatos szemléletet és gondolkodásmódot ugyanis ki kell alakítani és fenn kell tartani. Magyarországon a környezettudatosság jegyében a Vidékfejlesztési Minisztérium 2013 októberében kiadott egy szakpolitikai stratégiai tervezetet 4. Nemzeti Környezetvédelmi Program 2014-2019 (NKP) néven, amelyben a környezettudatos szemléletformálás módjának az oktatást, a környezettudatos termelést és fenntartható fogyasztást, a környezeti információkhoz való hozzáférést, valamint a turizmus környezeti hatásainak felmérését és tudatosítását határozták meg.

Összességében tehát *Fischer (1994)* szerint a környezetre káros szokásokon kell változtatni, ami kezdetben lemondásokkal és adott esetben pénzügyi ráfordításokkal jár, hosszabb távon viszont megtérül. Úgy véli, hogy a környezettudatosság fogalma együtt jár a fenntarthatóságéval. Ez utóbbi – ma már széles körben elterjedt és használt – fogalmat *Brown (1981)* publikálta először, ezt követően világszerte elterjedt fogalomná és szemléletmóddá vált. Az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) a fenntarthatóság jegyében az 1992-es Rio de Janeiro-i Környezet és Fejlődés Világkonferenciáján több dokumentumot is elfogadott, majd 2002-ben Johannesburgban „Világtalálkozó a Fenntartható Fejlődésről” címmel már kizárólag a fenntarthatóságról szóló világkonferenciát szervezett (*Csete 2012*). *Kerekes (2008)* szerint a fenntarthatóság jegyében mindenképpen olyan fejlődési pályára kell törekedni, amelyik tartósan követhető, azaz amely mentén haladva a fejlődés során nem éljük fel a későbbi létezés tartalékait és lehetőségeit. A fenntartható fejlődéshez kapcsolódó három pillérnek (gazdaság, társadalom, környezet) az értéke egyenlő, és ennek az értéknek nem szabadna csökkennie.

Kocsis (2008) szerint a káros környezeti folyamatok megállításához, illetve a fenntarthatóság megvalósításához a Föld teljes energiagazdálkodásának új alapokra helyezésére lenne szükség. A megoldást elsősorban a fejlett országok energia

fogyasztásának visszafogásában látja. Bár a környezetszennyezés nem kizárólag az óriási mértékben megnövekedett energia felhasználásból adódik, ez utóbbi mégis jelentős mértékben járul hozzá. Ezért a légszennyezettség egy része csökkenthető lenne környezetbarát energia felhasználásával, ami jelentősen mérsékelné az energiapazarlást. Ez főként környezetbarát fűtési mód, valamint megújuló energiaforrás megválasztásával lehetséges. Magyarország az Új Magyarország Fejlesztési Tervbe (ÚMFT) (2007-2013) az úgynevezett Környezet és Energia Operatív Programot (KEOP), míg a Széchenyi 2020 (2014-2020) nemzeti fejlesztési tervbe a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Programot (KEHOP) építette be, amely számos jogcímen nyújt(ott) lehetőséget fűtéskorszerűsítésre, valamint energetikai fejlesztésre vállalkozások, magánszemélyek, költségvetési intézmények, állami intézmények, nonprofit szervezetek, stb. számára.

A Pannonhalmi Főapátság

Magyarország észak-nyugati térségében található Pannonhalma kiváló gazdasági és természeti környezetben fekszik. Elhelyezkedése megfelelő, közel a megyeszékhelyhez, a város körüli és városon belüli infrastruktúra teljes mértékben kiépített. A város vezetősége ezért kiemelten figyel a környezettudatos gondolkodásmód gyakorlására. A környezeti problémákat igyekeznek elkerülni, az esetlegesen meglévőket visszaszorítani. A város légszennyezettsége elenyésző, továbbá zaj- és rezgésterhelésnek sincs kitéve. Leghíresebb nevezetessége, a Pannonhalmi Főapátság turisztikai szempontból kiemelkedő helyszín. 1996-ban, alapításának ezredik évfordulóján felkerült az UNESCO Világörökségi Listájára. Évente több tízezer látogatót vonz. A Főapátság tudatosan tesz a környezet megóvásáért. Az energiafogyasztás szempontjából egyre inkább az önellátásra törekednek, ami a gáz tekintetében majdnem 100%-osan meg is valósult. 2011 szeptemberében az ombudsman szervezésében – a Vidékfejlesztési Minisztérium és a Pannonhalmi Főapátság támogatásával – a fenntartható vidékfejlesztés kérdéseiről rendeztek tanácskozást Győrben és Pannonhalmán. Ennek keretében a résztvevők elkészítették a konkrét feladatokat tartalmazó úgynevezett Pannonhalmi Nyilatkozatot, amelyben a fenntartható és környezettudatos erőforrás gazdálkodás első lépéseit határozták meg.

A Pannonhalmi Főapátság 2006-ban készített egy tanulmányt abból a célból, hogy találjon egy olyan fűtési alternatívát, amely az energetikai ellátás biztonságát javíthatja, valamint az önellátás mértékét növelheti. A tanulmány alapján kizárólag a napenergia és a biomassza, mint energiaforrás jöhetett számításba. (A többi alternatívát vagy a megvalósítás nehézségei, vagy tájképvédelmi okok zárták ki a választható lehetőségek közül. Utóbbi azért fontos szempont, mert a Főapátság és közvetlen természeti környezete 1996 óta a világörökség része, ezért megjelenését csak nagyon szigorúan korlátozott mértékben és módon lehet módosítani.)

A biomassza fűtőmű működése

A biomassza nem más, mint biológiai eredetű szervesanyag-tömeg. Magában foglalja a szárazföldön és a vízben élő és nemrégiben elhalt szervezetek (növények, állatok, mikroorganizmusok) testtömegét, a biotechnológiai ipar termékeit és a különböző „transzformálók” (emberek, állatok, feldolgozó ipar stb.) összes biológiai eredetű termékét, hulladékát, melléktermékét. Az úgynevezett fitomassza növényi eredetű, míg a zoomassza állati eredetű biomasszát jelent. A termelési-felhasználási láncban elfoglalt helyük alapján elsődleges, másodlagos és harmadlagos biomasszát különböztetünk meg. Az elsődleges biomassza a természetes vegetációt, szántóföldi növényeket, erdőket, réteket, legelőket, kertészeti növényeket valamint a vízben élő növényeket foglalja magában. A másodlagos biomassza az állatvilág, gazdasági haszonállatok összessége, továbbá az állattenyésztés főtermékei, melléktermékei, hulladékai. A harmadlagos biomassza közé sorolhatók a biológiai eredetű anyagokat felhasználó ipar termékei, melléktermékei, hulladékai, továbbá az egyes települések szerves eredetű hulladékai. A biomassza hasznosításának fő iránya az élelmiszertermelés, a takarmányozás, az energetikai hasznosítás és az agráripari termékek alapanyaggyártása. A biomasszát az elpusztult mikroszervezetek testtömege képezi, amit ülepítéssel vagy flotálással lehet eltávolítani (eleven-iszap). A biomassza-képződés oxigénmentes közegben anaerob mikroorganizmusok (anaerob szervezetek) révén is végbe mehet, de lényegesen kisebb sebességgel (Láng 1993).

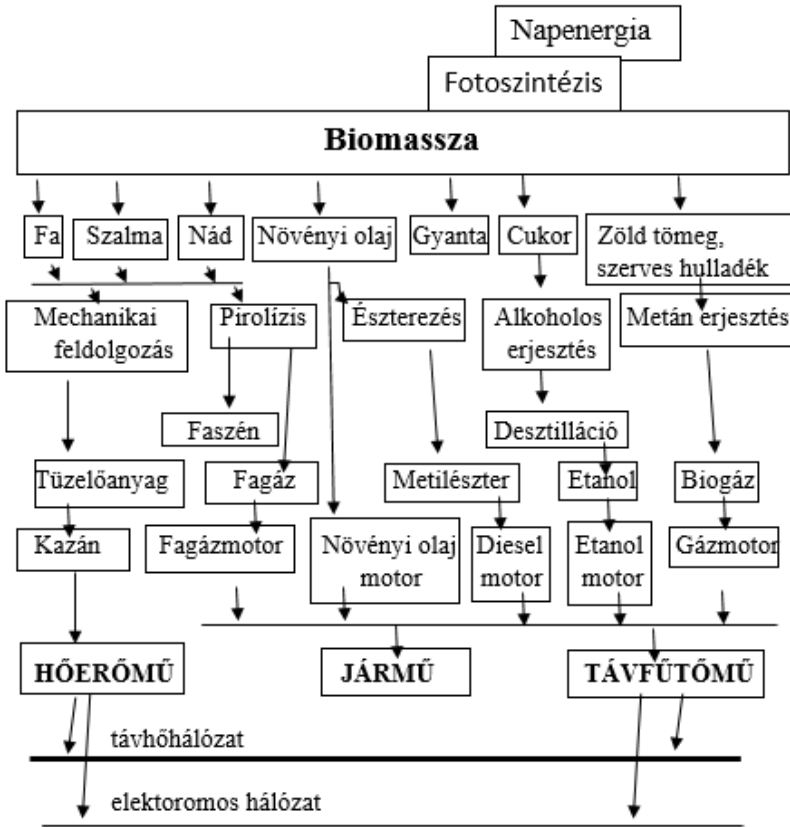
A biomassza energetikai célú hasznosítása során előnyökkel és hátrányokkal egyaránt számolni kell. Az ilyen típusú energiaellátás előnyei lehetnek az alábbiak:

- kén-dioxid kibocsátás csökkenése (a tüzelési célokra hasznosított biomassza kéntartalma minimális, általában 0,1% alatt van),
- kisebb mértékű korom kibocsátás,
- policiklikus aromás szénhidrogének kibocsátásának csökkenése,
- a szén-dioxid kibocsátás nullának tekinthető, hiszen az elégetett üzemanyag által az atmoszférába jutó szén-dioxid mennyiséget az előző évben kötötte meg fotoszintézise során a termesztett magas olajtartalmú haszonnövény. A termelés, begyűjtés, előkészítés, valamint a szállítás során van bizonyos mértékű szén-dioxid kibocsátás.

A biomassza energetikai célokra történő hasznosításának hátrányai között kell megemlíteni például, hogy

- a nitrogén-oxid kibocsátás jelentős (valószínűleg a levegő nitrogénjéből keletkezik a magasabb hőfokon történő égés következtében),
- az energetikai célú növénytermesztés termelői-társadalmi elfogadtatása nehézkes,
- a feldolgozó módszerek nehezen illeszthetők be a meglévő agrártechnológiákba,
- az átalakító berendezéseknek kicsi az energetikai hatásfoka,
- az átalakítás hatékonysága gyenge energetikai input/output,
- a biomassza hasznosításának nagy a beruházási igénye (*Kacz és Neményi 1998*).

A biomassza energetikai szempontból többféle módon is hasznosítható. Az *1. ábrán* a biomasszával történő energiatermelés lehetőségei láthatók.



Forrás: Tóth et al. 2011

1. ábra A biomassza energetikai célú hasznosítása

Figure 1. Energetic utilization of biomass

A biomassza energetikai hasznosításának legegyszerűbb módja a tüzelés. Az eltüzelés során nyert hőt rendszerint a hőellátásban (pl. biomassza falufűtőművek) értékesítik. A biomassza eredetű energiahordozók általában olcsó, decentralizált energiaforrások (Büki 2010). A száraz biomassza fűtőértéke közel áll a közepes minőségű barnaszén energiatartalmához. Az elmúlt évtizedekben fokozottan előtérbe kerültek a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák fejlesztése, a világszerte egyre nagyobb gondot okozó környezetvédelmi problémák miatt. A biomassza világ negyedik legelterjedtebb energiaforrása a szén, a kőolaj és a földgáz után (Bohoczky 2001).

A biomassza tüzelőanyagként történő hasznosítása elsősorban ott kedvező, ahol az új típusú tüzelőberendezés beruházója, egyúttal a bioenergia-forrás tulajdonosa is jelen van, továbbá ott, ahol a biomassza keletkezik, és a közelben – 20-30 km-es körzeten belül – el is tüzelhető. Pannonhalmához közel található Ravazdon, a Kisalföld Erdőgazdasági Zrt. egyik telephelye, innen könnyen be lehet szerezni a faaprítékot. *Bai és Zsuffa (2011)* szerint a biomassza energetikai hasznosításának legfontosabb célja a nagyarányú földgáz-felhasználás csökkentése. A biomasszának, mint tüzelőanyagnak számos előnye van a hagyományos szénttüzeléssel szemben. Az egyik alapvető előnye, hogy megújuló energiaforrás. Emellett széndioxid kibocsátása a zárt ciklus miatt a környezetre nem káros, így az üvegházhatásra gyakorolt hatása kedvező. Mivel melléktermék, ezért előállítás nem igényel külön energiát (szemben a költséges és a környezetet terhelő szénbányászattal). Ezenkívül a bányáktól távol eső helyeken is sokkal egyenletesebb eloszlásban képződik, így szállítása kevésbé költséges. Fűtőértéke ugyanakkor megközelíti a barnaszénét, és meddőt nem tartalmaz. Hamutartalma 2-8 %, amely közvetlenül felhasználható talajjavításra. Homogén formában (brikett, pellett, faaprítók) komfortossága azonos a szénnel, de annál sokkal környezetkímélőbb, mert pora nem szennyező, kéntartalma alacsony, és nem tartalmaz egyéb környezetszennyező anyagot sem. Végül, de nem utolsó sorban alkalmazásukkal elősegíthető a fenntartható fejlődés, és kímélhető a Föld fosszilis tüzelőanyag tartaléka (*Dinya 2010*).

A biomassza tüzelőberendezések legfontosabb részegységei az alábbiak:

- tüzelőanyag tároló a kitároló szerkezettel,
- tüzelőanyag szállító rendszer,
- tüzelőanyag és levegőadagoló rendszer,
- hőcserélő (kazán),
- hamu (salak) eltávolító berendezés,
- füstgázvezetés - kémény, továbbá
- szabályozó és védelmi berendezés (*McKendry, 2002*).

Ma Magyarországon a biomassza tüzelésű erőművekre vonatkozó levegő védelmi engedélyt az úgynevezett „LENG” engedélyt a 21/2001. kormányrendelet 4.1. melléklete alapján kell összeállítani. Az ide vonatkozó kibocsátásokat a 23/2001. KöM rendelet 1. melléklete tartalmazza (*Tóth et al. 2011*).

A napenergia hasznosítási módjai

Az alternatív energiaforrások másik népszerű, és viszonylag könnyen kivitelezhető típusa a napenergia. A napenergia a napban lejátszódó magfúziós folyamatok során felszabaduló energia. A társadalom ezt a fajta energiaforrást jelenleg alig használja ki, pedig az alábbi kedvező tényezők mind az alkalmazása mellett szólnak:

- mindenki számára könnyen elérhető,
- tiszta, környezetkímélő energiaforrás,
- még sok millió évig rendelkezésre fog állni,
- kíméli a nyersanyagkészletet,
- kedvezően hat a helyi gazdaságra,
- nem kell szállítani, hozzájutásához nem kell költséges közműhálózat,
- átalakítási, felhasználási költségei minimálisak.

Azok a készülékek, amelyek a napenergiát képesek számunkra hatékony módon hasznosítani a napkollektorok és a napelemek (aktív napenergia hasznosítás). Közvetett módon a hőszivattyúk is a napenergiát hasznosítják, a talaj, a talajvíz, a levegő közvetíti a napenergiát, amit a hőszivattyú hasznosítani képes. Ezekkel a berendezésekkel a társadalom jelenlegi energiaszükségletének csupán 2 %-át, míg a fejlett ipari országokban is csupán 7 %-át fedezik (Swami, 2012).

A napenergia közvetlenül napelem segítségével alakul át villamos energiává. Az így kapott alacsony egyenfeszültséggel lehet a különböző eszközöket (pl. világítás, szellőztetés, stb.) működtetni. Szükség esetén 230V-os váltóáramú fogyasztók is működtethetők egy inverteres egység közbeiktatásával. Az összegyűjtött energiát kémiai úton akkumulátorokban vagy más módon, például víz helyzeti energiájaként tárolják, majd azt igény szerint használják fel. Számos esetben (pl. tanyáknál) olyan helyen kell energiaellátást biztosítani, ahol nem áll rendelkezésre kiépített energiaszolgáltató hálózat. Az energiaellátó hálózat kiépítésére viszont a magas bekerülési költség miatt általában nincs lehetőség.

A napenergia aktív és passzív módon hasznosítható. A passzív hasznosítás főként az épületekre és azok tájolására vonatkozik. Itt egy olyan energiahasznosításról beszélünk, amelynek során az épületek kialakítása teszi lehetővé a Nap sugárzásának és fényének felhasználását. Ebben az esetben tehát főleg az építőanyagok és az épület tájolása jelenti

a meghatározó tényezőket. Az aktív hasznosítás közé tartozik a napelemek és a napkollektorok használata. Mindkét eljárás megfelelő mód arra, hogy a napenergiát a társadalom javára fordítsák. A kettő között lényeges különbség, hogy a napelem elektromos energiát, a napkollektor pedig hőenergiát biztosít. A napelem tehát a napenergiát elektromos energiává alakítja át, az úgynevezett fotovoltaiikus rendszer segítségével. Egy francia fizikus készített először fotovoltaiikus elemet. A működési elv a következőn alapul: a napsugárzás érinti az egymáshoz kapcsolt és egymásra szabott paneleket vagy cellákat, majd annak függvényében, hogy milyen intenzitású fény vagy napenergia éri őket, elektromos áramot termelnek. Itt meg kell említeni az úgynevezett félvezetőket, mint például a magasabb árfekvésűnek számító szilíciumot, ugyanakkor ezek biztosítják a rendszer hiba nélküli működését, és a megfelelő mennyiségű energia átalakítását (*Razykov at al., 2011*). Ez az energiatakarékos berendezés nincs káros hatással a környezetre, nem szennyezi a légkört, hiszen nem szabadulnak fel káros anyagok a működése során. Ezzel szemben a napkollektor úgy hasznosítja a napenergiát, hogy levegőt vagy vizet tud fűteni, tehát itt már a hőenergia kerül a középpontba, az elektromos áram helyett. A napkollektorok is ugyanolyan energiatakarékosnak és környezetbarátnak számítanak, mint a napelemek, és az élettartamuk is hosszú. Ez a rendszer inkább kiegészítő fűtésekként szolgál, és leginkább tavasszal vagy ősszel érdemes használni. Ezzel nem válunk önálló energiaszolgáltatóvá, mint a napelemek esetében (*Horváth 2006, Bartholy et al. 2013*).

Energetikai beruházások értékelése

Beruházás során olyan tárgyi eszköz létesítése történik, amelynek célja a jövőbeni hozam (megtérülés) biztosítása. A jövőbeni megtérülés értékelése során figyelembe kell venni a beruházással kapcsolatban várhatóan felmerülő kiadásokat és bevételeket egyaránt. A kiadások a kezdeti létesítési költségen (bekerülési értéken) kívül magában foglalják a jövőbeni működési (üzemeltetési, fenntartási, amortizációs) költségeket is, míg a bevételek a jövőbeni pozitív irányú bruttó pénzáramlást jelentik. A beruházáshoz kapcsolódó várható kiadásokat és bevételeket (pénzáramlást), valamint a várható megtérülést már a beruházás tervezési szakaszában meg kell határozni. A beruházásokkal megvalósított létesítmények általában hosszú élettartamúak, ezért a

működésükkel kapcsolatos bevételek és kiadások is hosszú távon jelentkeznek (*Kovács et al. 2015*). Emiatt különösen fontos a működési pénzáramlások összetételének pontos és szakmailag megalapozott meghatározása. A pénzmozgások számbavételével kapcsolatos alapelvek szerint minden esetben figyelembe kell venni:

- azt, hogy a pénzáramlások becslése növekményi alapon történik, csak a beruházási projektből származó pénzáramlásokat lehet figyelembe venni;
- azt, hogy csak a beruházás megvalósítása során ténylegesen felmerülő költségek számolhatóak el (az elsüllyedt költségeket nem veszik figyelembe);
- az adó várható mértékét;
- a beruházási projekt valamennyi közvetett hatását;
- a források alternatív (használdozati) költségét;
- a beruházási projekt forgótőke szükségletét;
- az infláció hatását (*Farkas, 2006*).

Energiahatékonyság növelő beruházások értékelésére többféle módszer áll rendelkezésre. Amennyiben eltekintünk attól, hogy az ilyen típusú beruházásokat külön kezeljük, abban az esetben az egyéb beruházásoknál is használatos általános érvényű értékelési módszerek alkalmazhatók. Ezek egyik csoportja az úgynevezett statikus beruházás-gazdaságossági számítások (pl. költségek, nyereség összehasonlítása, megtérülési idő meghatározása, beruházás átlagos jövedelmezősége), amelyek nem veszik figyelembe a pénz időértékét, míg a másik csoportba tartozó úgynevezett dinamikus beruházás-gazdaságossági számítások (pl. nettó jelenérték számítása (NPV), belső megtérülési ráta (IRR), jövedelmezőségi index (PI)) a pénz időértékére alapozottak (*Brealey and Myers, 2003*). Ez utóbbiaknál azonban a tőke értéke a tőke alternatív (használdozati) költségének, azaz az elvárt hozamnak és/vagy a tényleges piaci kamatlábnak a „feltőkésítésével” (időbeli hatványozásával) kerül diszkontálásra, amely azonban nem feltétlenül tükrözi a tőke értékének tényleges növekedési ütemét, mivel az infláció mértékét figyelmen kívül hagyja. Másik hátrányuk, hogy csak olyan kalkulációknál alkalmazható, ahol a nettó pénzáramok a beruházás teljes üzemeltetési idejére (várható élettartamára) előre kiszámíthatóak (azonos nagyságúak, azonos ütemben változóak, vagy átlagolhatóak).

Csermák (2017) egy általa választott lakóingatlan energia- és környezettudatos felújítási lehetőségeit vizsgálta. Elemzéséhez az úgynevezett életciklus-költségelemzést

(LCC) használta, amely egy projekt minden egyes életfázisában megjelenő költséget és bevételt figyelembe vesz, ami által a megvalósítás gazdaságosságát és sikerességét képes előre jelezni. A teljes életciklus költség ismeretében – adott épületre fordítandó – éves költséghányadot számol, amelynek segítségével meghatározható az energiahatékonyságra, a megújuló energiákra és egyéb, megtakarítást eredményező intézkedésekre fordított források megtérülési ideje, ami kedvező esetben hosszabb a beruházás várható életciklusánál. Általános jelenség azonban, hogy a közvetlen energetikai beruházások (pl. passzívház) a megtérülést követően még hosszú ideig működnek, azaz a ráfordítások többszörösen megtérülnek. Az életciklus-költségelemzés hasonlóan az előző – dinamikus beruházás-gazdaságossági – számításokhoz szintén figyelembe veszi az időtényezőt, és az egyes költségeket azonos időszakokra diszkontálja. A módszer hátránya, hogy a költségek számbavételénél ez is egy előre meghatározott időplatformban (pl. 30 év), mint vizsgálati, elemzési időintervallumban gondolkodik. Abban az esetben tehát, ha nem ismerjük sem a beruházás várható élettartamát, sem a várható megtérülési idejét, akkor csak közelítő módszerrel tudjuk a várható megtérülést becsülni. A módszer előnye azonban, hogy az egyes költségcsoportok időszakonkénti nagyságának meghatározására referencia kérhető és/vagy katalógusadat használható, amennyiben nem áll rendelkezésre korábbi időszakra vonatkozó releváns adat. *Csermák (2017)* (30 éves életciklussal kalkulálva) többféle energiatakarékos és környezettudatos beruházási valamint épületfelújítási alternatívát vizsgált meg. Megállapította, hogy adott esetben optimális (viszonylag rövidebb idő alatt megtérülő) megoldást jelenthet az épület passzív hőszigetelése és nyílászáró cseréje, valamint a magas tetőn napelemek elhelyezése, amely a háztartások elektromos energia költségét jelentősen csökkentené. Ez utóbbi azonban csak jelentős állami támogatás mellett jelent térül meg. *Hackel (2014)* az energia előállításához épített hagyományos és alternatív (szél-, fotovoltaikus-, biomassza) erőmű beruházások hatásait vizsgálta szimulációs modell segítségével. Vizsgálataiban megállapítja, hogy ez utóbbiak kapacitása nagyobb mértékben bővül, mint a hagyományos kapacitások. A nukleáris kapacitások – ugyan nem olyan mértékben, mint a megújulók, de – bővülnek, a szén/lignit kapacitások stagnálnak, míg a hagyományos gáztüzelés hanyatló, elavult technológiának tekinthető, ami miatt a kapacitásuk a jövőben várhatóan csökkenni fog.

CÉLKITŰZÉS

Kutatásunk célkitűzése, hogy megvizsgáljuk a Pannonhalmi Főapátság környezet megóvására irányuló pályázatait és a környezettudatos szemléletmódban eddig megvalósult projektek tényleges hatását, eredményességét, hatékonyságát. Munkánk során a megvalósult projektek számokkal alátámasztható mutatóit, valamint az így elkészült biomassza fűtőmű gázfelhasználását és a napelemmel megtermelt villamos energia mennyiségét tanulmányoztuk. Az energiahatékonyságra irányuló eszközök kiépítése speciális, az egyéb állóeszköz bővítésétől jelentősen eltérő beruházásnak minősül, mivel kivitelezési és üzembehelyezési költségük nagyon magas, létesítésükhöz részben állami támogatás igényelhető, megtérülési idejük hosszú (akár több évtized is lehet), és nem termelnek pénzben kifejezett profitot. Mivel nem jövedelemtermelő beruházásról van szó, ezért ebben az esetben nem beszélhetünk jövedelem-áramlásról, így ehelyett alternatív jövedelemnek a létesítésük által fel nem használt és ki nem fizetett vezetékes gáz, valamint villamos energia értékét tekintjük, azaz a megtakarítást. Emiatt ezen beruházások további sajátossága, hogy a jövedelem-áramlás nem kiegyenlített. A fenti feltételek figyelembevételével, elemzésünk célja egy olyan kalkulációs módszer alkalmazása, amelynek segítségével viszonylag nagy pontossággal megbecsülhető a speciálisan energiahatékonyságot növelő beruházások megtérülési ideje (akár több évtized távlatában is). Az erre a célra alkalmas módszerrel szemben támasztott további feltétel, hogy a beruházások pénzmozgásainak számbavételénél (az „Energetikai beruházások értékelése” című alfejezetben) ismertetett alapelveknek megfeleljen, különös tekintettel az infláció figyelembevételére.

MÓDSZER

Megfigyeléseinkhez a primer adatokat a Pannonhalmi Főapátság gazdasági osztálya, valamint a biomassza fűtőműhöz tartozó gazdasági egység biztosították. Kutatási célkitűzésünk eléréséhez rendelkezésünkre bocsátották a „Biomassza fűtőmű létesítése a Pannonhalmi Főapátság hőellátására” pályázat támogatási szerződését (Azonosító szám: KEOP-4.1.0-2008-0042), a „A Pannonhalmi Főapátság biomassza fűtőművének bővítése a fosszilis energiahordozók kiváltására és az üzembiztonság növelésére”

pályázat támogatási szerződését (KEOP-4.10.0/B/12-2013-0047.) valamint a „Napenergia alapú villamosenergia termelés a Pannonhalmi Főapátság intézményei számára” támogatási szerződését, továbbá a gázfelhasználás és a felhasznált villamosenergia mennyiségi adatait. Az adatok segítségével a megvalósult projektek hatását és eredményeit egyszerű statisztikai módszerekkel (grafikus ábrázolás, viszonyszámok, szórás), míg azok megtérülését pénzügyi számítással (inflációval korrigált megtérülési idő (PB) kalkulációval) elemeztük. A megtérülési idő számításával megtudjuk, hogy hány év alatt kapjuk vissza a befektetett pénzt abból a pénzáramlásból, amely a beruházási projekt megvalósítása révén jött létre. A megtérülési idő *Farkas (2006)* alapján a következőképpen számolható ki:

$$t + \frac{b-c}{d-c}$$

ahol:

t = az utolsó teljes év, amelyben a halmozott jövedelem kisebb a kezdő befektetés összegénél

b = a kezdő befektetés összege

c = halmozott jövedelem t évig

d = halmozott jövedelem t+1 évig

A beruházás kezdő befektetési összegének (kezdő pénzáramának) az önrészt tekintettük, mivel jelen tanulmányban a Pannonhalmi Apátság szemszögéből vizsgáljuk azt, hogy érdemes volt-e megvalósítani a projektet. A kezdő pénzáram a beruházás bekerülési értéke, ami jelen esetben tartalmazza a telepítés- beüzemelés költségét is. A működő pénzáram a biomassza fűtőüzem esetében „bevételekből” és költségekből tevődik össze, míg a napelemek esetében csak „bevételekből”. Az előzőekben ismertetettek alapján „bevételnek” minden egyes évben a megtakarított vezetékes gáz és villamos energia inflációval korrigált értékét tekintjük. A biomassza fűtőmű – inflációval korrigált – költségét (üzemeltetési, biztosítási, karbantartási, stb.) a rendelkezésre álló adatok segítségével kalkuláltuk, amely magában foglalja a beruházás forgatóke igényét is. Az infláció számbavételénél a „bevételeket” a közüzemi szolgáltatások (vezetékes gáz és elektromos áram) árszínvonalának éves átlagos változásával, míg a költségeket az általános fogyasztói árszínvonal éves átlagos változásával korrigáltuk. Mivel mind a vezetékes gáz, mind pedig a villamos energia ára

Magyarországon központilag szabályozott, ezért nagyon nehéz előre meghatározni, hogy a jövőben hogyan fog alakulni az ára. Ennél a kalkulációnál további nehézséget jelentett, hogy vajon melyik időszak releváns az infláció éves átlagos növekedési ütemének meghatározására? Ennek megoldására három időszakra vonatkozóan készítettünk számításokat: a vizsgált időszakra (2009-től 2016-ig), egy tíz évet felölelő időszakra (2006-tól 2016-ig), és az ezredfordulótól napjainkig tartó időszakra (2000-től 2016-ig). A fogyasztói árindexek éves átlagos növekedési ütemét a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) fogyasztóiár-index adataiból súlyozott mértani átlaggal számoltuk ki (1. táblázat).

1.táblázat A fogyasztói árszínvonal éves átlagos növekedési üteme különböző időszakokban (%)

Table 1. Annual average growth rate of consumer price level for different periods (%)

Időszak (1)	2009-2016	2006-2016	2000-2016
Termék csoport (2)			
Vezetékes gáz (3)	101,28	107,09	107,37
Elektromos energia (4)	96,13	101,42	104,06
Összes termék és szolgáltatás (5)	102,54	103,47	104,54

Forrás: saját számítás a KSH adatai alapján

(https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qsf005.html)

(1) periods (2) commodity groups (3) piped gas (4) electric energy (5) total products and services

Mivel a teljes megtérüléshez nem állnak rendelkezésre a későbbi évekből adataink, ezért a beruházás megtérülési idejét, és az ehhez szükséges valamennyi adatot csak becsülni tudjuk, az alábbi feltételek mellett: Állandó feltételek mellett (nem történik újabb épületbővítés, nem növelik a tüzelést (hőfokot, stb.)) az évenként megtakarított gáz és villamos energia mennyiségnek az átlagát vettük. Így minden évre kiszámoltuk a megtakarítás értékét. Az éves költségeket a 2009-2016 közötti időszakban érvényes inflációs ráta éves növekedési ütemével korrigáltuk (minden egyes évben).

A biomassza fűtőmű esetében tehát éves működési költséggel is számolnunk kell. Ha ezt minden egyes évben levonjuk a gázmegtakarításból származó összegből, akkor megkapjuk az évenkénti nettó megtakarítást, amely megmutatja, hogy a gázfelhasználás csökkenése miatt megtakarított pénzösszeg a beruházás bekerülési értékének mekkora

részét biztosítja az egyes években. A napelemek esetében a nettó megtakarítás megegyezik a ténylegesen megtakarított villamos energia értékével. Ezek halmozott összegéből láthatjuk azt, hogy egy adott évben az addigi megtakarítások összege a beruházás teljes értékéből mennyit fedez összesen. A beruházás abban az évben térül meg, amikor ez a szám pozitív előjelű lesz.

Vizsgálataink során két dimenzió mentén állítottunk fel különböző lehetséges kimeneteleket (forgatókönyveket). Az egyik szempont az infláció figyelembevételére irányult. Az *1. táblázatban* ismertetett lehetséges éves növekedési ütemek mellett a negyedik esetben figyelmen kívül hagytuk az inflációt. Másrészt a beruházás kezdő pénzáramának meghatározásakor két esetet különítettünk el: az elsőben csak a Pannonhalmi Főapátság által biztosított önerőt, míg a második esetben a beruházás teljes költségét tekintettük bekerülési értéknek.

EREDMÉNYEK

Biomassza fűtőmű

Közel 200 millió forintos európai uniós támogatással létesült biomassza fűtőmű a Pannonhalmi Főapátság hőellátására az Új Magyarország Fejlesztési Terv Környezet és Energia Operatív Program támogatásával 2009-ben. A „Biomassza fűtőmű létesítése a Pannonhalmi Főapátság hőellátására” (KEOP-4.1.0-2008-0042) projekt alapadatai a következők:

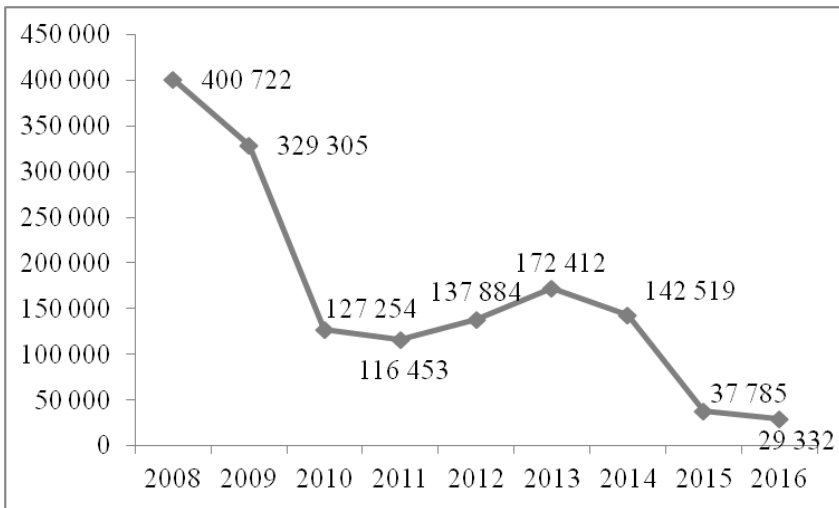
- Kedvezményezett: Magyar Bencés Kongregáció Pannonhalmi Főapátság
- A projekt kezdete: 2009. június 25.
- A projekt vége 2009. december 31.
- A megvalósítás helye: Nyugat-dunántúli Régió; Pannonhalma
- A teljes elszámolható költség: 366.389.070 Ft
- A támogatás összege: 183.194.535 Ft

Az országosan is egyedülálló fűtőmű éves üzemeltetési költsége 11 millió forint, faapríték-igénye 1.100 tonna. A folyamatos ellátást az apátsági gazdaság szőlészetéből és levendulásából idekerülő venyige, levendulaszár, kertészeti hulladék teszi ki, valamint fanyesedék, amely a Pannonhalmához közel található Ravazdról, a Kisalföldi

Erdőgazdálkodás zrt. egyik telephelyéről érkezik. 2007-ben kötöttek velük 10 éves szerződést a faapríték átvételére, ugyanazon az áron. A szerződést a tárgyalások jelen állása szerint még 10 évvel meghosszabbítják. A hőtermelés közel 60 %-a helyeződött át megújuló energiaforrásra, azaz a fejlesztés eredményeként az eddigi kizárólagos fosszilis energiahordozó-felhasználás mennyisége és részesedése közel negyedére csökkent.

A fejlesztés második lépcsője egy újabb projektnek köszönhetően egy bővítés volt. „A Pannonhalmi Főapátság biomassza fűtőművének bővítése a fosszilis energiahordozók kiváltására és az üzembiztonság növelésére” című, KEOP-4.10.0/B/12-2013-0047 azonosítószámú projekt az Európai Unió és a Magyar Állam 115,66 millió forintos támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg. A projekt összköltsége 192,77 millió forint volt. A megvalósítás után a vásárolt gázfelhasználás 10 %-ra csökkent. A két beruházást követően mindkét esetben drasztikusan visszaesett a gázfelhasználás. Az első esetben 2009 januárja és 2010 januárja között 74.161 köbméterről 10.171 köbméterre változott. Ez 13,71 %-a az előző évi gázfelhasználásnak. A második beruházás után pedig 2014 januárja és 2015 januárja között 17.380 köbméterről 3.830 köbméterre mérséklődött, ami az előzőnek csupán a 22 %-a. A 2009-es adathoz viszonyítva a 2015-ös adat 94,84 %-os csökkenést mutat.

Az összesített éves adatokat vizsgálva is egyértelműen megállapítható, hogy a két beruházást követően a gázfelhasználás drasztikusan visszaesett. A gázfogyasztás éves átlaga a 2015-ös évben a bázisévhez (2008) viszonyítva 91 %-kal csökkent (2. ábra).



Forrás: saját szerkesztés a Pannonhalmi Főapátság adatai alapján

2. ábra Éves gázfelhasználás a Pannonhalmi Főapátság intézményrendszerében (m³)

Figure 2. Annual gas consumption in the institutions of the Abbey of Pannonhalma (m³)

A 2012-es és a 2013-as évben megfigyelhető növekvő gázfelhasználás az intézményrendszer bővülésének a következménye. Ekkor ugyanis a gázzal ellátott épületek száma növekedett. A második projekt, a biomassza fűtőmű bővítése után azonban jól látszik a gázfogyasztásban bekövetkező visszaesés.

A berendezések hatásfoka széles határok (40–90%) között mozog a használt technológia, az alapanyag és az üzemeltetés szakszerűsége függvényében. A biomasszán alapuló rendszerek tervezésénél figyelembe kell venni a szállítási távolságok költségeit is. Ennek oka, hogy a biomassza feltételeken megújuló energiaforrás, ezért a biomasszára alapuló rendszerek csak fenntartható gazdálkodás esetén életképesek hosszú távon. Az erőműben keletkező hamu 100 %-a az apátság mezőgazdasági területeire kerül vissza.

A két projekt teljes beruházási értéke 564.159.070 forint volt, ebből az önrész összege 265.304.535 forint, a fennmaradó részt pedig az Európai Unió és a Magyar Állam finanszírozta, ami 298.854.535 forint. Az 2. táblázatban a projekt következtében 2009-től a fűtésben megtakarított gáz éves mennyisége és – a gáz fogyasztói átlagárát figyelembe véve – az ezzel megtakarított pénzösszeg látható.

2. táblázat A biomassza fűtőművel megtakarított gáz mennyisége és értéke a Pannonhalmi Főapátságnál

Table 2. The amount and value of the gas saved with the biomass heating-plant at the Abbey of Pannonhalma

Éves gázfelhasználás a kazánházban (m ³) (1)		Megtakarított gáz mennyisége a bázisévhez (2008) képest (m ³) (2)	Gáz fogyasztói átlagára (Ft/m ³) (3)	Megtakarított gáz értéke (Ft) (4)
2008	400 722			
2009	329 305	71 417	107	7 641 619
2010	127 254	273 468	115	31 448 820
2011	116 453	284 269	127	36 102 163
2012	137 884	262 838	136	35 745 968
2013	172 412	228 310	122	27 853 820
2014	142 519	258 203	104	26 853 112
2015	37 785	362 937	101	36 656 637
2016	29 332	371 390	101	37 510 390
			Összesen:	239 812 529

Forrás: saját számítás a Pannonhalmi főapátság és a KSH adatai alapján

(1) annual gas consumption at the boiler room (m³), (2) the amount of gas saved compared to the base year (2008) (m³), (3) average consumer price of the gas (HUF/m³), (4) the value of saved gas (HUF)

A megtakarított gáz mennyiségét a 2008-as bázisévhez viszonyítottuk, ami a projektek kivitelezése előtt az utolsó lezárt év volt. Az első fejlesztés 2009 októberére fejeződött be, ezért ebben évben nincs túl nagy különbség az előző évhez képest.

A 2015-ös évben az éves megtakarítás már több mint 36 millió forint volt. 2009 óta a 7 év alatt a megtakarított gáz összes értéke pedig 202.302.139 forint volt. Az összes önrésznek (265.304.535 Ft) ez a 76,25 %-a.

Az országosan is egyedülálló fűtőmű működése során azonban különböző költségek is felmerülnek. Éves üzemeltetési költsége a gazdasági osztály adatai alapján 11 millió forint (faapríték-igénye 1.100 tonna, a tüzelőanyag ára 10.000 Ft/tonna). A hat év alatt (2010-2015), amikor teljes évben üzemelt a fűtőmű, ez összesen 66 millió forint volt. A

biomassza kazánnak felmerül továbbá egy biztosítási költsége, ami a beruházási költség körülbelül 0,2 %-a vagyis 1.128.000 Ft évente. A hamu elszállítás költsége nem jelentkezik, mert saját területein használja fel a Főapátság. A fűtőmű karbantartási költsége a beruházási költség 1,5%-a, mely tartalmazza az 5 évente esedékes nagyjavítások költségeit is, ez éves szinten körülbelül 8.462.000 Ft. A biomassza fűtőmű éves működési költsége tehát összesen 20.590.000 Ft. Ha ezt minden egyes évben levonjuk a gázmegetakarításból származó összegből, akkor megkapjuk az évenkénti nettó megtakarítást, aminek a halmozott összegéből láthatjuk azt, hogy egy adott évben az addigi megtakarítások összege a beruházás teljes értékéből mennyit fedez összesen (3. táblázat).

3. táblázat A biomassza fűtőmű megtérülése a Pannonhalmi Apátságnál

Table 3. Return of the biomass heating-plant at the Abbey of Pannonhalma

Év (1)	Megtakarított gáz értéke (Ft) (2)	A biomassza fűtőmű éves költsége (Ft) (3)	Nettó megtakarí-tás (Ft) (4)	Kumulált nettó megtakarí-tás (Ft) (5)
2009	beruházás értéke/bekerülési érték: 265304535			
2009	7 641 619	20 590 000	-278 252 916	-278 252 916
2010	31 448 820	20 590 000	10 858 820	-267 394 096
2011	36 102 163	20 590 000	15 512 163	-251 881 933
2012	35 745 968	20 590 000	15 155 968	-236 725 965
2013	27 853 820	20 590 000	7 263 820	-229 462 145
2014	26 853 112	20 590 000	6 263 112	-223 199 033
2015	36 656 637	20 590 000	16 066 637	-207 132 396
2016	37 510 390	20 590 000	16 920 390	-190 212 006

Forrás: saját számítás a Pannonhalmi Főapátság és a KSH adatai alapján

(1) year, (2) value of saved gas (HUF), (3) annual cost of biomass heating-plant (HUF), (4) net saving (HUF), (5) cumulated net savin (HUF)

Látható, hogy eddig nem térült meg a beruházás, és annak megtérülési üteme is viszonylag lassú. Mivel a teljes megtérüléshez nem állnak rendelkezésre a későbbi

évekből adataink, ezért a beruházás megtérülési idejét a módszertan fejezetben ismertetett feltételek mentén készítettük el az összesen nyolc lehetséges kimenetelre (4. táblázat).

4. táblázat Biomassza fűtőmű beruházás megtérülési ideje különböző feltételek esetén (év)

Table 4. Payback time of investment of biomass heating plant under different conditions (years)

Infláció mértéke (1)	Infláció figyelmen kívül hagyása (2)	2009-2016 közötti időszak árszínvonal változásának üteme (3)	2006-2016 közötti időszak árszínvonal változásának üteme (4)	2000-2016 közötti időszak árszínvonal változásának üteme (5)
Kezdő pénzáram (6)				
A beruházás teljes költségének önerőből finanszírozott része (7)	29	nem térül meg	18	18
A beruházás teljes költsége (8)	63	nem térül meg	25	25

Forrás: saját számítás a Pannonhalmi Főapátság és a KSH adatai alapján

(1) level of inflation (2) ignoring inflation (3) annual growth rate of price level between 2009 and 2016 (4) annual growth rate of price level between 2006 and 2016 (5) annual growth rate of price level between 2000 and 2016 (6) initial cash flow (7) self-financed part of the total cost of the investment (8) total cost of the investment

Az így kiszámolt megtérülési idők alapján elmondható, hogy abban az esetben, ha nem vesszük figyelembe az infláció hatását, akkor a biomassza üzem beruházás megtérülési ideje többszöröse (akár kétszerese) is lehet az inflációval korrigált megtérülési időnek. Ennek oka, hogy ezen beruházások esetében „bevételek” az üzem

működtetése által megtakarított vezetékes gáz értékét tekintjük, amelynek ára infláció megléte esetén növekszik, azaz évről-évre egyre többet takarítunk meg, így a beruházás megtérülése is gyorsabb lesz. Ugyanezen okkal magyarázható, hogy a második esetben nem térül meg a beruházás. Ebben az időszakban ugyanis a vezetékes gáz árindexének évenkénti növekedési üteme kisebb volt, mint az összes termék árindexének növekedési üteme. Az üzem fenntartási költségeinél azonban ez utóbbit vettük figyelembe, tehát ennél a kalkulációnál a költségek az inflációt követve évről-évre egyre nagyobb mértékben, míg a „bevételek” egyre kisebb mértékben növekednek. A 2000-2016 valamint a 2006-2016 időszakok tekintetében nem érdemes külön inflációval kalkulálni, mivel az árindexek mindkét periódusban hasonlóan változtak. Érdemes továbbá megfigyelni, hogy amennyiben a hasonló beruházások létesítéséhez nem állna rendelkezésre állami támogatás (azaz a teljes összeget önerőből finanszíroznák), akkor a megtérülési idő több mint készterésére (63 év) növekedne az eredeti állapothoz (29 év) képest.

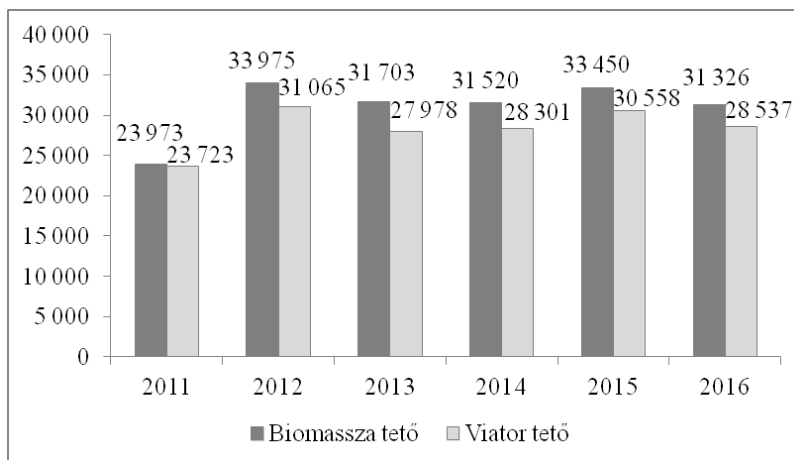
Napenergia

A Pannonhalmi Főapátság energiaigényei kielégítésére előtérbe helyezi a megújuló energiaforrások hasznosítását. Ennek megfelelően épült meg a korábbi években a biomassza fűtőmű. A korszerű, megújuló energiatermelés munkába állításának következő lépése a zéró károsanyag kibocsátás mellett villamos energiát termelő fotovoltaikus elemek telepítése. Ezt a Főapátság két helyszínen tudta megvalósítani a műemlékileg kiemelten védett környezetben. Az egyik helyszín a biomassza fűtőmű tetőfelülete, a másik pedig a Látogatói épület – Viator Étterem és Borbár – tetőfelülete. A Pannonhalmi Főapátság környezettudatos szemléletének köszönhetően így egy helyen lehet a látogatókat megismertetni a biomassza, valamint a napenergia hasznosításának lehetőségeivel, valamint bemutatni egy új létesítmény környezetbarát üzemeltetését. Az elkészült két rendszer jelentősen megkönnyíti a Főapátság és intézményeinek villamos energia ellátását. A projektet 2010-ben a KEOP keretein belül valósították meg, a „Napenergia alapú villamosenergia termelés a Pannonhalmi Főapátság intézményei számára” címmel. A két rendszer együttesen a Pannonhalmi Főapátság éves villamos energia szükségletének a 10 %-át képes fedezni, 103.600 kWh várható éves termeléssel.

Projekt alapadatai az alábbiak:

- Projekt címe: Napenergia alapú villamosenergia termelés a Pannonhalmi Főapátság intézményei számára
- Kedvezményezett neve: Magyar Bencés Kongregáció Pannonhalmi Főapátság
- Pályázat azonosító száma: KEOP-4.4.0/A/09-2010-0005
- Kivitelezési munkák teljes befejezése, sikeres próbatüzemmel: 2011. június 29.
- A projekt teljes bekerülési összege: 70.881.405,- Ft
- Támogatás mértéke 60 %, amely összesen 42.528.843,- Ft

A 3. ábrán a napelemmel megtermelt villamos energia mennyisége látható. A két említett helyszínen eltérőek az energiatermelésre vonatkozó összesített adatok. Ennek oka, hogy eltérő számban telepítettek a helyszínekre a napelemekből. A 12×39 méteres területű biomassza fűtőmű tetőszerkezetére 30°-os dőlésszögben 141 db 1,0x1,5 méteres, összesen 212 m² felületű elemet létesítettek, míg a Viator Étterem és Borbár 9,5x46,5 alapterületű tetején 126 db 1,0x1,5 méteres elem található 12°-os dőlésszögben, összesen 189 m² felületen.



Forrás: saját szerkesztés a Pannonhalmi Főapátság adatai alapján

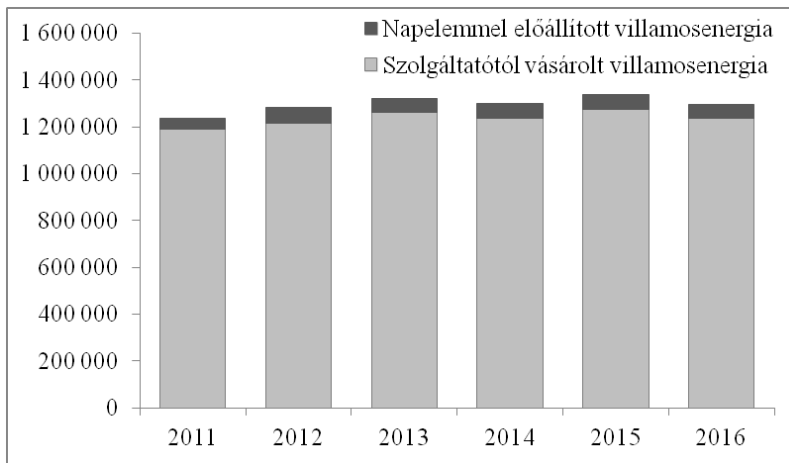
(1) roof of the biomass heating-plant, (2) roof of the Viator

3. ábra Napelemmel megtermelt villamos energia Pannonhalmán, 2011-2016 (kWh)

Figure 3. Electrical energy generated by solar power in Pannonhalma between 2011 and 2016 (kWh)

A változások az éves összesített adatokban természeteseek, hiszen egy napelem hatékonysága függ a napsütéses órák számától. A napelemekből kinyerhető teljesítmény függ a fény beesési szögétől, a megvilágítás intenzitásától, és a napelemre csatolt terheléstől is. Magyarországon a legtöbb, 2000 óra feletti évi napsütés a déli, délkeleti országrészben jellemző, míg a legkevésbé napos területek az ország északi, északkeleti részében valamint az Alpokalján jelennek meg 1800 óránál is kevesebb évi napfényösszeggel.

A 4. ábrán a Főapátság által napelemmel megtermelt és az energiaszolgáltatótól vásárolt villamos energia nagysága látható.



Forrás: saját szerkesztés a Pannonhalmi Főapátság adatai alapján

(1) electrical energy produced by solar panels, (2) purchased electrical energy

4. ábra Napelemmel megtermelt és vásárolt villamos energia a Pannonhalmi Főapátságnál (kWh)

Figure 4. Purchased and produced electrical energy at the Abbey of Pannonhalma (kWh)

Látható, hogy a vásárolt villamos energia mennyisége nem csökkent, hanem nőtt a napelemek ellenére is. Ennek oka, hogy az apátsági épületek száma nőtt, új létesítményeket kezdtek el működtetni. Erre az időszakra tehető többek között a majorság épületének a felújítása és működésének elkezdése, illetve a gimnáziumhoz tartozó sportcsarnok építése, gyógynövénykert, gyógynövényház megnyitása és a levendula lepárló felépítése, ahol a levendula olajat készítik.

2015-ben összesen 1.274.112 kWh energiát vásároltak, míg ugyanebben az évben 64.007 kWh energiát állítottak elő napelemekkel. Ez az összes fogyasztás a 4,7 %-a. A Főapátság épületegyütteseinek villamos energia fogyasztását tehát majdnem 5 %-ban fedezi megújuló energiaforrásból.

Az 5. táblázatban a projekt következtében 2011-től az energiaellátásban megtakarított villamos energia éves mennyisége és – a villamos energia éves átlagárát figyelembe véve – az ezzel megtakarított pénzösszeg látható. (A villamos energia áránál éves átlagárral számoltunk.)

5. táblázat A napelemmel megtakarított energia mennyisége és értéke a Pannonhalmi Apátságánál

Table 5. The amount and value of energy saved by solar panel at the Abbey of Pannonhalma

Év (1)	Napelemekkel megtermelt villamos energia (kWh) (2)	Villamos energia átlagára (Ft/kWh) (3)	A megtakarított villamos energia értéke (Ft) (4)
2011	47 696	46,8	2 232 173
2012	65 039	48,5	3 154 392
2013	59 681	43,7	2 608 060
2014	59 821	38,3	2 291 144
2015	64 007	36,6	2 342 656
2016	59 249	36,6	2 168 506
		Összesen:	14 796 931

Forrás: saját számítás a Pannonhalmi Főapátság és a KSH adatai alapján

(1) year, (2) electrical energy produced by solar panels (kWh), (3) average consumption price of electrical energy (HUF/kWh), (4) value of saved electrical energy (HUF)

A napelemek esetében is vizsgáltuk a projekt megtérülését (6. táblázat). A beruházás teljes bekerülési összege 70.881.405 Ft volt, amelyből a támogatás mértéke 60%, vagyis 42.528.843 Ft, az önrész pedig 28.352.562 Ft. Alternatív jövedelem-áramlásnak itt is a megtakarított villamos energia értékét tekintjük.

A hat év alatt a napelemekkel megtermelt villamos energiának köszönhetően a megtakarítás összege körülbelül 12.609.000 Ft volt. Ez a beruházás önrészre jutó költségének 44,47 %-a.

6. táblázat A napelemek megtérülése a Pannonhalmi Apátságnál

Table 6. Return of the solar panels at the Abbey of Pannonhalma

Év (1)	Nettó megtakarítás (Ft) (2)	Kumulált nettó megtakarítás (Ft) (3)
2011	Beruházás értéke/bekerülési érték: 28 352 562	
2011	2 232 173	-26 120 389
2012	3 154 392	-22 965 998
2013	2 608 060	-20 357 938
2014	2 291 144	-18 066 794
2015	2 342 656	-15 743 340
2016	2 168 506	-13 589 432

Forrás: saját számítás a Pannonhalmi Főapátság és a KSH adatai alapján

(1) year, (2) net saving (HUF), (3) cumulated net saving (HUF)

A napelemek megtérülésénél szintén a Pannonhalmi Főapátság által kifizetett önrészt tekintettük bekerülési értéknek. A nettó megtakarítások összegzéséből látható, hogy itt a megtérülés üteme gyorsabb, mint a biomassza fűtőműé. Ennek oka, hogy a napelemek esetében nincs fenntartási, üzemelési költség, azaz napelemmel 100 %-ban csökkenthető az energiaköltség. A megtérülési időt tekintve – a biomassza fűtőműéhez hasonlóan – itt is csak jövőbeni becslést tudtunk készíteni, amely a 7. táblázatban látható.

Az előrebecslés alapján is megállapítható, hogy a napelemek megtérülési ideje lényegesen rövidebb, mint a biomassza fűtőüzemé. Hasonlóan a biomassza üzemhez, a napelemek megtérülési ideje is jelentősen lerövidül az állami támogatások segítségével. Enélkül ugyanis csak 23-31 év alatt térülne meg teljesen, az eredeti 11-13 évhez képest. Az árindex növekedési ütemet tekintve ebben az esetben sincs jelentősége a 2000-2016 és 2006-2016 időszakok elkülönítésének. Különbség azonban a biomassza üzemhez képest, hogy itt a 2009-2016 időszak nem releváns, nem kapunk értékelhető adatokat,

mivel ebben az időszakban a villamos energia árszínvonal változási üteme csökkenő tendenciát mutatott. Amennyiben az árváltozás valóban ezt a trendet követné, akkor a villamos energia ára évről-évre csökkenne, egészen nulla értékig.

7. táblázat Napelem beruházás megtérülési ideje különböző feltételek esetén (év)

Table 7. Payback time of investment of solar panel under different conditions (years)

Infláció mértéke (1)	Infláció figyelmen kívül hagyása (2)	2009-2016 közötti időszak árszínvonal változásának üteme (3)	2006-2016 közötti időszak árszínvonal változásának üteme (4)	2000-2016 közötti időszak árszínvonal változásának üteme (5)
Kezdő pénzáram (6)				
A beruházás teljes költségének öneróból finanszírozott része (7)	12	13	11	11
A beruházás teljes költsége (8)	31	nem releváns	27	23

Forrás: saját számítás a Pannonhalmi Főapátság és a KSH adatai alapján

(1) level of inflation (2) ignoring inflation (3) annual growth rate of price level between 2009 and 2016 (4) annual growth rate of price level between 2006 and 2016 (5) annual growth rate of price level between 2000 and 2016 (6) initial cash flow (7) self-financed part of the total cost of the investment (8) total cost of the investment

KÖVETKEZTETÉSEK

A megújuló energiaforrások használata nemcsak környezetvédelmi szempontból előnyös, de jelentős energiafogyasztási költséget takaríthatunk meg velük. A Pannonhalmi Főapátság a vásárolt gáz mennyiségét jelentősen, közel 9%-ra tudta csökkenteni és helyette a fűtést megújuló energiaforrásból oldják meg, így nincs káros anyag kibocsátás sem. A biomassza fűtőműnek köszönhetően körülbelül évi 30 millió

forintot és 36.000 köbméter gázt spórol magának. A napelemeknek köszönhetően a villamos energiafogyasztásuk 5%-át tudják fedezni, ezzel közel évi 2,2 millió forintot takarítanak meg. Ezeknek az alternatív energiaforrásoknak a létesítése azonban igen magas beruházási költséggel jár. Bár a legtöbb ilyen projekt jelentős EU-s és állami támogatással valósul meg, a beruházás megkezdése előtt érdemes mérlegelni, hogy az általunk elvárt időn belül megtérül-e. Amennyiben a gazdaságban ún. előre látható és kiegyensúlyozott infláció van jelen, akkor viszonylag nagy pontossággal megbecsülhető, hogy az ilyen értékű beruházások hozzávetőleg hány év alatt térülnek meg. A megtérülés számításánál azonban fontos szempont a megfelelő módszer megválasztása, amely a jövőre nézve is valós becslést adhat. A szakirodalomban számos reális és megbízható beruházás megtérülési számítási módszer található, azonban kifejezetten az energiahatékonyság javítására irányuló beruházásokra alkalmazott nincs. Ezek az egyéb beruházásoktól több szempontból is különböznek (magas telepítési költség, nagy arányú állami támogatás igénybevételének lehetősége, hosszú megtérülési idő, alternatív bevétel termelés), ezért megtérülési kalkulációjuk során – a beruházásoktól általánosan elvárt alapelvek mellett egyéb – speciális szempontokat is figyelembe kell venni. A Pannonhalmi Főapátság energetikai beruházásainak adatait többféle scenárióban vizsgálva megállapítottuk, hogy mind a biomassza fűtőüzem, mind pedig a napelem esetében az inflációs hatás figyelmen kívül hatása esetén a beruházás megtérülési ideje többszöröse is lehet az inflációval korrigált megtérülési időnek, továbbá amennyiben a vezetékes gáz és elektromos áram árindexének évenkénti növekedési üteme kisebb, mint az összes termék árindexének növekedési üteme, akkor a beruházás nem fog megtérülni. Ez különösen a 2009-2016 időszakra igaz, amikor a közüzemi díjak csökkentek. Az ezt megelőző időszakra egységes inflációs éves ütemet lehet számolni.

Ezen kalkulációk szerint alapján arra az eredményre jutottunk, hogy a Pannonhalmi Főapátság energetikai beruházásai esetében, kizárólag az önrészt tekintve a létesített biomassza fűtőüzem beruházási összege 18-29, míg a napelem telepítésé 11-13 év alatt térül meg. Amennyiben a teljes beruházási összeget (azaz az önrésznek az állami támogatással kiegészített részét is) figyelembe vesszük, akkor ezek a számok 25-63, valamint 23-31 évekre növekednek. Látható tehát, hogy a napelem esetében pontosabb becslést kaptunk a választott módszerrel. Megállapítható tehát, hogy egy ilyen méretű

közintézménynél az állami támogatások segítségével viszonylag rövid idő alatt megtérülnek az energia-hatékony beruházások. Ennek azonban az az egyik oka, hogy ezek a beruházások – különösen a napelem telepítések – terjedelmükben nem igazodnak az intézmény méretéhez, a kívánatosnál lényegesen kisebb egységeket telepítettek. (Ez – az előzőekben ismertetettekkel összhangban – abban jelenik meg, hogy a Főapátság még mindig jelentős mennyiségű földgázt és villamos energiát vásárol.)

Javaslatok

A Pannonhalmi Főapátságnak a hatékony működés érdekében érdemes lenne további tetőszerkezetekre is napelemeket telepíteni. Jelenleg futó pályázati lehetőség lenne például a KEHOP-5.2.3 - Egyházak épületenergetikai fejlesztései megújuló energiaforrás hasznosításának lehetőségével című pályázat, ahol a támogatás intenzitása 100%-os és vissza nem térítendő. Egy másik számításba vehető pályázat lehetne a VP3-4.2.2-16 - Borászat termékfejlesztésének és erőforrás-hatékonyságának támogatása nevű kiírás, ahol a támogatás mértéke 50%.

A fűtési rendszer további bővítésére és a fosszilis energiahordozók teljes kiváltására lenne egy további lehetőség egy hőszivattyús rendszer működtetése. A hőszivattyú rendszer környezetbarát módon állítja elő a hőenergiát, mely a fűtéshez vagy a meleg víz előállításához szükséges. A hőszivattyú kitűnő hatásfokú, gazdaságos és környezetkímélő alternatíva a fűtésre. Ez a megoldás sem rombolná a tájat és beleépülne a Főapátság környezettudatos gondolkodásába.

Return of the environmentally friendly energetical investments at the Abbey of Pannonhalma

NÓRA GOMBKÖTŐ – HANNA HANCS

Széchenyi István University Faculty of Agricultural and Food Sciences Department of Agricultural and Rural Economics

SUMMARY

Environmental pollution is one of the most serious problem currently. However, the natural environment of the earth may be damaged in many ways (e.g. soil-, air-, and

water pollution, physical destruction, emissions), most experts attribute the largest polluting effect to the excessive using of electrical energy. Currently, many environmentally friendly solutions are available for energy production due to advances in technology. The long term aim is to be applied and used these energy sources by all macroeconomic actors (companies, households, government and other institutions). In order to establish them, it can be applied for a considerable amount of investment subsidies at the level of EU and state as well. This may be necessary, because the investment of these assets is extremely valuable. However, this kind of energy is not only environmentally friendly, but saves considerable electrical energy costs (namely, in this case only the maintenance cost have to be paid of which value is significantly lower than the price of electrical energy). Therefore, this kind of investment is going to be return in long term.

In this study, it was examined the energy-saving investments (biomass heating-system and solar panels) of Pannonhalma, which is a well-known environmentally aware institution. From the available data, return calculation was carried out and the approximate time of return was estimated. Through this analysis, it was examined whether a public institution of this size would be worth investing in this type of investment in the long term.

Keywords: environmentally aware, biomass, solar energy, saving, return of investment

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 „Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen“ projekt támogatta

IRODALOMJEGYZÉK

Bai A. – Zsuffa L. (2001): A biomassza tüzelési célú hasznosítása. Fűtéstechnika, megújuló energiaforrások, 4. évf. február

Bartholy J. – Breuer H. – Pieczka I. – Pongrácz R. – Radics K. (2013): Megújuló energiaforrások. Elektronikus könyv. Eötvös Lóránd Tudomány Egyetem.

- <http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/MegujuloEnergiaforrasok/book.pdf>
Letöltés: 2016. május 27.
- Bohoczky F.* (2001): Megújuló energiák alkalmazási lehetőségei és perspektívái. Fűtéstechnika, megújuló energiaforrások, 4. évf. február
- Brealy, R. A. – Myers, S. C.* (2003): Principles of Corporate Finance. McGraw-Hill
- Brown, L., R.* (1981): Building a Sustainable Society. Worldwatch Institute book. W.W. Norton, New York, 1981.
- Büki G.* (2010): Biomassza, a megújuló hőforrás. Magyar Energetika, 17. évfolyam, 2. szám
- Csete M.* (2012): Regionális és környezetgazdaságtan. Edutus Főiskola, Budapest
- Csermák K.* (2017): Lakóépületek korszerűsítő felújításának költségelemzési és finanszírozási kérdései. Polgári szemle, 12. évfolyam, 4-6. szám
- Dinya L.* (2010): Biomassza alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. Magyar Tudomány, 8, 912-925 p.
- Farkas Sz.* (2006): A vállalati pénzügyek alapjai. Universitas-Győr Kht.
- Fischer Gy.* (1994): „Zöldülő Magyarország?” Környezeti attitűdök 1994 őszén. Magyar Gallup Intézet, Kézirat, Budapest
- Hackel K.* (2014): Erőmű-beruházások és hosszútávú hatásaik a hazai villamosenergia-piacra. IX. Energetikai Konferencia 2014 - Energiastratégiák, Budapest, 2014. november 11.
- Horváth Á.* (2006): A napenergia modern felhasználásai. Háztartástól naperőműig. Fizikai Szemle 2006/4 melléklete
- Kacz K. – Neményi M.* (1998): Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Agrárműszaki kiskönyvtár
- Kerekes S.* (2008): A gazdaság és a környezet. In: Baritz S. Laura – Fülep D. (szerk): "...hogy művelje és őrizze meg". Szent István Társulat, Budapest. 31-46 p.
- Kocsis T.* (2008): A környezeti problémákról közgazdasági-természettudományos közelítéssel. In: Baritz S. Laura – Fülep D. (szerk): "...hogy művelje és őrizze meg". Szent István Társulat, Budapest. 69-90 p.
- Kovács Á. E. – Szalay Zs. G. – Klárné Barta É.* (2015): Az időbeni pénzárakok kezelése a gazdasági számításokban. Studia Mundi – Economica, Vol. 2, No. 2, 93-106 p.

Láng I. (szerk.) (1993): Környezetvédelmi lexikon. Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat, Budapest

Maloney, M.P. – Ward, M.P. (1973): Ecology: Let's hear from the people. An objective scale for the measurement of ecological attitudes and knowledge. American Psychologist, Oxford, vol. 30, 787-790 p.

McKendry, P. (2002): Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. Bioresource Technology, 86 (2002), 37-46 p.

Razykov, T. M. – Ferekides C. S. – Morel D. – Stefanakos E. – Ullal H. S. – Upadhyaya H. M. (2011): Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects. Solar Energy, Vol. 85, Issue 8, 1580-1608 p.

Swami, R. (2012): Solar cell. International Journal of Scientific and Research Publications, Vol. 2, Issue 7,

Tóth P. – Bulla M. – Nagy G. (2011): Energetika. Digitális Tankönyvtár. A TÁMOP 4.2.5 Pályázat könyvei

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html

Letöltés: 2016. szeptember 26.

A szerzők levélcíme - Addresses of the authors:

Gombkötő Nóra

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

gombkoto.nora@sze.hu



**Növekedési lehetőségek vizsgálata a legnagyobb élelmiszer-, dohányipari és
mezőgazdasági cégek esetében (2007-2014)**

SZALKA ÉVA¹ – PATYI BALÁZS² – KOLTAI JUDIT PETRA²

¹Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

²Széchenyi István Egyetem

Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar

ÖSSZEFOGLALÁS

A magyar élelmiszergazdaság hozzájárul a nemzetgazdaság fejlődéséhez, biztosítja az élelmiszer-ellátást, valamint a vidéki térségek munkaerő-teremtő képességét. A vizsgált időszakban számos esemény befolyásolta a mezőgazdaság és az élelmiszeripar teljesítményét és növekedési lehetőségeit, többek között EU bővülése és a gazdasági válság.

A tanulmány a legnagyobb élelmiszer-, dohányipari és mezőgazdasági vállalkozások üzleti forgalmának a növekedési lehetőségeit vizsgálta a 2007 és 2014 közötti időszakban. A vállalati növekedés elemzése a www.e-beszamolo.hu oldalon gyűjtött mérleg és eredménykimutatás adatai alapján készült számszaki és szöveges elemzések segítségével. A növekedési lehetőségeket vizsgálva arra a kérdésre kereste a választ, hogy a vizsgált szektorok legnagyobb értékesítés nettó árbevételét elérő vállalatai mekkora növekedést képesek elérni és milyen növekedési, finanszírozási lehetőségekkel éltek.

A vállalkozások pénzügyi vezetőinek nemcsak megfelelő finanszírozási források után kell nézni, hanem figyelembe kellene venni a piaci keresleten alapuló növekedésre, a jövedelem termelőképességet generáló és kiegyensúlyozott gazdálkodásra (Tóth, 2007.), valamint a finanszírozásra vonatkozó elvárások közötti összhangot is.

Az értékesítési árbevétel belső, fenntartható és önfinanszírozható növekedési rátáinak alakulása egyáltalán nem vagy alig követte az eredménykimutatásban szereplő értékesítési nettó árbevétel alakulását, ami azt jelzi, hogy a vizsgált vállalkozások külső forrásból finanszírozták az értékesítését.

Kulcsszavak: árbevétel növekedési ráta, az árbevétel belső-, fenntartható- és önfinanszírozható növekedési rátái

BEVEZETÉS

A magyar élelmiszergazdaság több olyan kiemelten fontos feladatot lát el, melyek miatt a vele kapcsolatos stratégiai gondolkodás és előretétekintés – a jelenleg ismert információk és előrejelzések alapján – nélkülözhetetlen. Magyarország számára egyfelől – a világ valamennyi államához hasonlóan – stratégiai kérdés lakosságának megfelelő mennyiségű, minőségű élelmiszerral történő ellátása, másfelől pedig – kapcsolódó szektoraival együtt - nemzetgazdaságunk egy jelentékeny, fejlődőképes és jelentős vidéki foglalkoztatási potenciállal rendelkező részét alkotja.¹

A vállalatok számára a folyamatos fejlődés és a növekedés elengedhetetlen a versenyelőny megtartása érdekében. Egy cég számára a folyamatos fejlődés szempontjából nagyon fontos, hogy a megfelelő növekedési lehetőséget válasszák ki. A vezetés és a pénzügyi ismeretek, valamint az elemzések szorosan összefüggnek egymással. Egy vezetőnek kell eldönteni, hogy az adott vállalat belső vagy külső növekedési lehetőségeket preferálja. A megfelelő választás révén a vállalat versenyelőnyre tehet szert és képes a piaci bővítésre és terjeszkedésre is.

A növekedést számos tényező befolyásolja, amelyeknek az optimális kombinációja révén tudja elérni egy vállalat a legnagyobb növekedést. Alapvetően belső és külső növekedésről beszélhetünk, és mindegyik típusnak megvannak a saját előnyei és hátrányai.

Egy vezetőnek fontos szerepe van a vállalati növekedésben, hiszen felelős az olyan döntések meghozatalára, amelyek hatással vannak a növekedésre. Kiemelkedő szerepe van a vállalati stratégia megvalósításában, az emberek megfelelő irányításában, a

¹<http://www.kormany.hu/download/7/30/d0000/%C3%89lelmiszergazdas%C3%A1gi%20strat%C3%A9gia%202016-2050.pdf>

vállalati történések kommunikálásában és a szervezeti légkör megteremtésében is. Az egyik legfontosabb feladata a vezetőnek, hogy a megfelelő növekedési lehetőséget válassza ki, hiszen ezen múlhat a vállalat jövője is, ami biztosítja az ott dolgozó emberek és a családjuk mindennapi megélhetését. Amennyiben egy vállalat már nem képes további növekedéseket elérni, akkor könnyen a hanyatlás szakaszába léphet és onnan már nehéz visszahozni egy vállalatot. Tehát a vállalatok stabilitásában és fejlődésében kiemelkedő szerepe van a vezetői tevékenységnek.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Magyarország célja egy versenyképes, gazdasági, környezeti és társadalmi szempontból egyaránt fenntartható élelmiszergazdaság, amely teljesítményének folyamatos növekedése és hozzáadott értékének folyamatos növelése révén aktívan hozzájárul a nemzetgazdaság fejlődéséhez és a vidéki térségek munkahelyeinek gyarapításához, garantálja az ország biztonságos élelmiszer-ellátását.²

A nemzetgazdasági értéktermelésben 2007-ben a magas gabonaár a gyenge hozamok ellenére szinten tartotta a mezőgazdaság arányát, amit 2008-ban az árunövények bő termése, továbbá a vágóállatok és állati termékek áremelkedése még növelni is tudott (*1. táblázat*).

²<http://www.kormany.hu/download/7/30/d0000/%C3%89lelmiszergazdas%C3%A1gi%20strat%C3%A9gia%202016-2050.pdf>

I. táblázat: Az élelmiszeripar és a mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2007-2014) (%)

Table 1. Contribution of food industry and agriculture to the national economy (2007-2014) (%)

Év	A mezőgazdaság részaránya		Az élelmiszer-, ital-, dohánygyártás részaránya	
	a bruttó hazai termék (GDP) termelésben	a beruházásban	a bruttó hazai termék (GDP) termelésben	a beruházásban
2007	3,4	3,7	2,0	2,5
2008	3,4	4,7	1,9	1,8
2009	3,0	5,6	2,2	1,9
2010	3,0	4,8	2,0	2,2
2011	3,9	5,6	1,9	2,5
2012	3,9	5,8	1,9	2,5
2013	3,9	5,9	2,0	2,6
2014	3,8	5,9	2,0	2,9

Forrás: KSH, A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2015)

A kibocsátás 2009. évi csökkenése azonban már visszavetette a mezőgazdaság részesedését az értéktermelésben. 2010-ben a növénytermesztési és kertészeti termékek árában történt jelentős emelkedésnek köszönhetően az ágazat aránya a GDP előállításában enyhén növekedett. A 2011-ben mind a kibocsátás volumene, mind a termelőiár-színvonal számottevően emelkedett, ezek eredményeként az ágazat nemzetgazdasági súlya nőtt³.

2012-ben az aszálykár visszavetette a mezőgazdaság teljesítményét és kedvezőtlenül hatott a bruttó hazai termékre is. 2013-ban a mezőgazdaság emelkedő kibocsátása a GDP éves növekedéséhez számottevően hozzájárult. 2014-ben ismét emelkedő értékkel járult hozzá a mezőgazdaság a GDP termeléséhez és növekedéséhez.

Az élelmiszeripar GDP-hez való hozzájárulás az EU-csatlakozás előtti 2,7%-ról 2008-ra 1,9%-ra csökkent, azóta lényegében stagnál. Ebben jelentős szerepet játszott a beáramló import megnövekedése. Az ágazat hozzájárulása az összes beruházásokhoz a

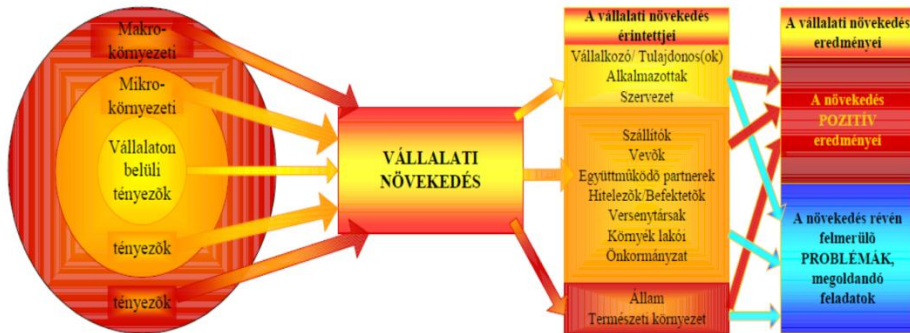
³ <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/mezoszerepe12.pdf>

világgazdasági válság kezdetekor érte el mélypontját, azóta valamelyest növekedett a súlya⁴.

A cégek életében fontos szerepe van a növekedésnek. A növekedés elengedhetetlen részét képezi a vállalati stratégiának. *Canals* (2001) úgy vélekedik, hogy a növekedésnek mindig vannak kockázatai, azonban amelyik vállalat nem él a növekedés lehetőségével, nagyobb kockázatnak teszi ki magát. A vállalatok növekedését sokféle tényező befolyásolhatja. Fontos szerepet játszanak olyan demográfiai tényezők, mint a vállalatok mérete és a kora.

Szerb (2007) előadásában említi meg, miszerint a kisebb vállalatok esetében a tulajdonosok is nagy hatással vannak a vállalat növekedésére. A vállalatokra azonban nem csak a belső tényezők gyakorolnak hatást. Olyan külső tényezők, mint például a vállalatot körülölelő társadalmi közeg vagy a vállalat céljainak az elfogadottsága a társadalomban.

A vállalatok növekedését befolyásoló tényezőket, a vállalati növekedés érintettjeit és a növekedés eredményeit az *1. ábra* tartalmazza.



Forrás: Kádárné Horváth (2006)

1. ábra A vállalati növekedésre ható tényezők, a növekedés érintettjei és eredményei
Figure 1. The factors influencing corporate growth, the affected and the results of growth

A vállalatok növekedési lehetőségét tekintve két finanszírozási forma említhető meg. Egyrészt beszélhetünk belső finanszírozásról, ami történhet a megtermelt források

⁴ <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepe15.pdf>

működésbe történő visszafordításával. Másrészt beszélhetünk külső finanszírozásról, amikor a felhasznált források kívülről érkeznek (Walter, 2013).

Belső finanszírozás esetén a meglévő és a létrejövő forrásokat használja fel a vállalat. Ilyen esetben átrendeződés történik a likvid eszközök és a kevésbé likvid eszközök között. A forgóeszközök likviditási szempontból nagyon fontosak, könnyel lehet készpénzzé alakítani őket. Meg kell azonban fontolni a befektetett eszközök eladását, mert vannak olyan eszközök, amelyeknek az eladása veszélyeztetheti a vállalat működését (Béza *et al.*, 2013)

Katits (2007) úgy vélekedik, hogy saját forrás képződhet a tárgyévben képződött eredmény felhasználásával, azaz, ha a vállalat nyereséget realizál az adott évben az eladott termékek/szolgáltatások révén. A magas nyereséggel rendelkező vállalatok könnyen tudnak további növekedéseket elérni belső forrásfelhasználás révén.

Béza *et al.* (2013) a belső finanszírozás előnyeiként azt emeli ki, hogy javíthatja a hatékonyságot a vállalkozásban az eszközök intenzív kihasználásával, valamint a külső forrás költségeit sem kell kifizetni.

Külső forrás esetén beszélhetünk idegen forrásról és sajáttőke-finanszírozásról. Az idegen források csak bizonyos ideig állnak rendelkezésre a vállalatnak. Ha a külső forrást nem kell visszafizetnie a vállalatnak, akkor beszélünk sajáttőke-finanszírozásról.

Sajátőke finanszírozás (törzsrészcsoport) esetén a befektetők némi lehetőséget kapnak a vállalat irányításában, cserébe kockázatot vállalnak a nyereséggel. Az osztalék révén hatalmas profitra tehetnek szert, de akár a befektetett vagyonuk jelenős részét is elveszthetik (Walter, 2013). A sajáttőke finanszírozást vagyongfinanszírozásnak is nevezi a szakirodalom. Tehát vagyongfinanszírozás esetén a meglévő és a lehetséges új befektetők alaptőke emelés révén bocsátják a pénzmennyiséget a vállalat számára.

Idegen forrás esetén a hitelező kisebb kockázatot vállal, ezért a vállalatirányításba nem szólhat bele. Az adóssághfinanszírozás csupán ideiglenes megoldást jelent a vállalat számára.

Külső finanszírozás esetén beszélhetünk intézményes és nem intézményes finanszírozási formákról. Nem intézményes a finanszírozás, amennyiben a pénzt olyan szervezetektől vagy adott esetben személyektől veszik kölcsönbe, amelyeknek a kölcsön nyújtása nem szerepel a fő tevékenységi körükben.

Nem intézményes finanszírozási formák közé sorolható a tagi vagy tulajdonosi kölcsön, amikor a vállalkozás tulajdonosai a saját megtakarításaikból biztosítják a vállalat számára az adott összeget. Ez a finanszírozási lehetőség olcsó a vállalat számára, hiszen általában nem számolnak fel kamatokat a tulajdonosok.

Szállítói hitel esetén a vevőnek lehetősége van arra, hogy a szállítótól megkapott áru/szolgáltatás ellenértékét egy későbbi időpontban egyenlítse ki a szállító részére. Ez a tartozás a rövid lejáratú köztelezettségeknél jelenik meg, így növelve a vállalkozás forrásait.

Vevői előlegek esetében a vevő még a termék átadása, vagy a szolgáltatás teljesítése előtt kifizet egy adott összeget a termék vagy szolgáltatás árából a vállalkozás részére. Ez a finanszírozási forma jellemzően a kisebb vállalkozások esetében fordulhat elő.

A kötvény kibocsátása egy népszerű finanszírozási forma a nagyobb vállalatok körében, amennyiben kötvénykibocsátás költségei alacsonyabbak, mint azonos futamidejű hitelek költségei (Béza et al., 2013).

Intézményes finanszírozási formák közé sorolható a bankhitel és a bankkölcsön. :

Bankhitel esetén a szerződésben meghatározott hitelkeret fenntartása történik a vállalat számára. Ezt a hitelkeretet részben vagy egészben igénybe veheti a vállalkozás a lejáratú ideig.

A bank a vállalkozás részére bankkölcsön formájában pénzt ad egy előre meghatározott cél megvalósítása érdekében. A rövid távú kölcsönök célja jellemzően a likviditás biztosítása a vállalat számára. A hosszú távú kölcsönök éven túli hitelek, melyeknek a visszafizetése több évet is igénybe vesz a vállalatok számára. (Kovács, 2013).

Katits (2010) úgy vélekedik, hogy a belső és a külső növekedésnél egyaránt vannak előnyök és hátrányok is. Amennyiben egy vállalat csupán a belső növekedés mellett dönt, akkor előnyök közé sorolható, hogy a vállalatnak az eladósodottsága nem növekszik és a tulajdonosi arányt is képesek a vállalatok kedvező szinten tartani. A vállalatok tehát képesek megőrizni a függetlenségüket (például nem kell részvények kibocsátása révén forráshoz jutniuk), valamint kevésbé vállalnak kockázatot az eladósodottság terén. A belső növekedés hátránya, hogy mivel csak belső források felhasználásával növekszik a vállalat, ezért sokkal lassabb a növekedés üteme, hiszen egyszerre nem feltétlenül tud nagyobb forrást a növekedésre fordítani. Ezzel szemben a

külső növekedés előnye, hogy a vállalat gyorsan hozzá tud férni egy nagyobb összegű forráshoz, amely révén gyors növekedést képes elérni. Külső növekedés esetén a hátrány a tulajdonosi arány csökkenése és az eladósodottság növekedése. A költsönfelvételek jelentős nagysága esetén a vállalatok egyre nehezebben tudják visszafizetni azokat. Az adósság rendezése további adósságok felvételére ösztönözheti a vállalatokat, amely végül adósságcsapdához vezet. Ez fizetésképtelenséghez és csődhöz is vezethet a vállalatok esetében. A tulajdonosi arány túlzott csökkenése is egy nagyon kedvezőtlen előjel a vállalatok számára, ami szintén a válsághoz köthető.

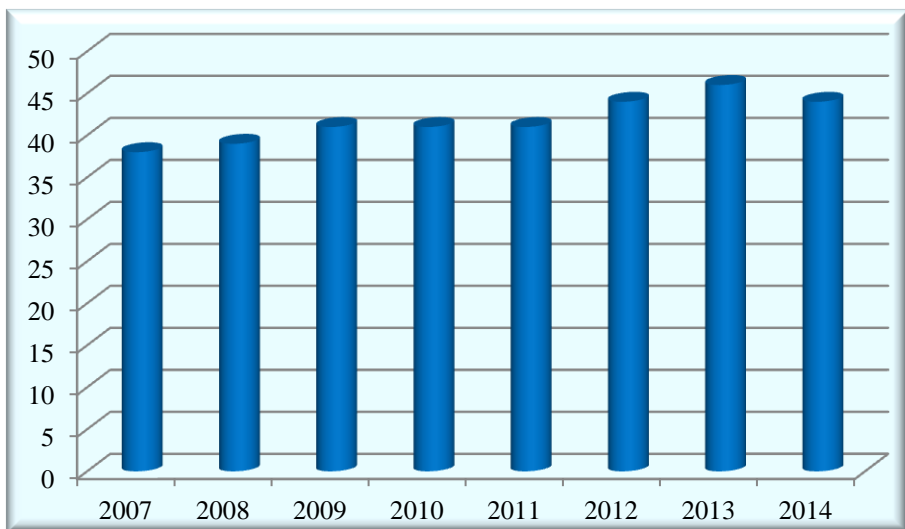
Katits és Szalka (2015) szerint a vállalkozás a belső növekedést saját erejéből és a saját ellátási lánc segítségével, vagyis képességei által és finanszírozási tartalékaiból valósítja meg. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a belső növekedés kizárja egy másik vállalkozás akár egészének, akár részeinek megszerzését, de nem zárja ki a termelési kapacitásainak bővítését akár új kapacitások kiépítésével is, amelyet terjeszkedéssel és új cégek alapításával is megvalósíthat. Ez a vállalati növekedési mód nem jelent komplikált választást, de egyúttal megköveteli a vállalati vagyon lehetőleg legjobb hasznosítását. A gazdálkodó szervezetnek nem kell megküzdeni külső integrációs folyamatokból eredő nehézségekkel, így a szervezeti kultúra és az informális csatornák érintetlenül maradnak. Itt azonban mindenképpen meg kell jegyeznünk azt, hogy az attraktív növekedési lehetőségek kihasználásához nem áll rendelkezésre az éppen akkor szükséges tartalék, a kompetencia és a technológia. Ezeknek a kiépítése tetemesen hosszú (tervezési, beszerzési, előállítási) időt és magas befektetést igényel, amelynek eredménye egyrészt új és vállalat-specifikus teljesítménypotenciál fel- és kiépítése, másrészt pedig az egyre emelkedő üzleti kockázat a magas finanszírozási tartalékok és a tetemes kompetenciák előfeltételezése miatt.

Ha a belső forrás nem elégséges a növekedés finanszírozásához, akkor a hiányzó részt pótlólagos külső forrásból kell kiegészíteni. *Brealey és Myers* (1998) szerint minél gyorsabban növekszik a vállalat, annál több beruházásra van szüksége és annál több külső forrást kell bevonnia.

Összességében a belső és a külső növekedésnek is számos kedvező és kedvezőtlen hatása van a vállalatokra nézve. Egy vállalat akkor gondolkodik optimálisan, amennyiben nem csak az egyik növekedési lehetőséggel él, hanem a két növekedési módszert együttesen használja, ügyelve az eladósodottság optimális szinten tartásán.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az adatbázisunk a TOP 500-ba tartozó magyar élelmiszeripari vállalatot tartalmazza az értékesítés nettó árbevétele szerint a Heti Világgazdaság rangsora alapján. Az élelmiszer-, dohányipari és mezőgazdasági vállalkozások gazdálkodásának vizsgálatához a mérleg és az eredménykimutatás adatait használjuk fel 2007-2014 között. A vizsgálatba vont cégek számát a 2. ábra mutatja be. A vizsgált időszakban a cégek száma 38 (2007) és 46 (2013) között változott



Forrás: Saját szerkesztés az adatbázis alapján

2. ábra A vizsgált cégek száma 2007-2014 között

Figure 2. Number of analyzed enterprises between 2007 and 2014

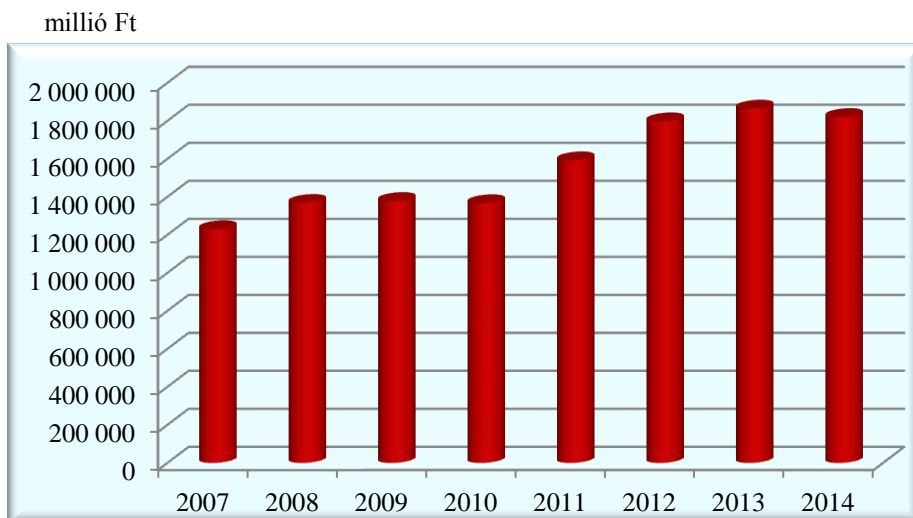
Az adatbázisban szereplő vállalatoknál nem volt egységes a pénznem, ezért az egységes adatbázishoz, és a számításokhoz az euróban szereplő adatokat ezer forintta számítottuk át. A számításokat a Magyar Nemzeti Bank honlapjáról származó euró/forint árfolyamokkal végeztük.⁵

Egy vállalkozás életképessége számára a legfontosabb: tevékenysége árbevétel generáló képessége. Az eredménykimutatás első összesítő sorából, az értékesítés nettó

⁵ <https://www.mnb.hu/arfolyam-lekerdesez>

árbevételének alakulásából meg tudjuk ítélni az eredményesség legfőbb forrásának lehetőségét (Szalka *et al.*, 2013)

A vizsgált vállalatok összesített értékesítés nettó árbevételének alakulását szemlélteti a 3. ábra.



Forrás: Saját szerkesztés az adatbázis alapján

3. ábra Az értékesítés nettó árbevétele összesített értéke 2007-2014 között (M Ft)

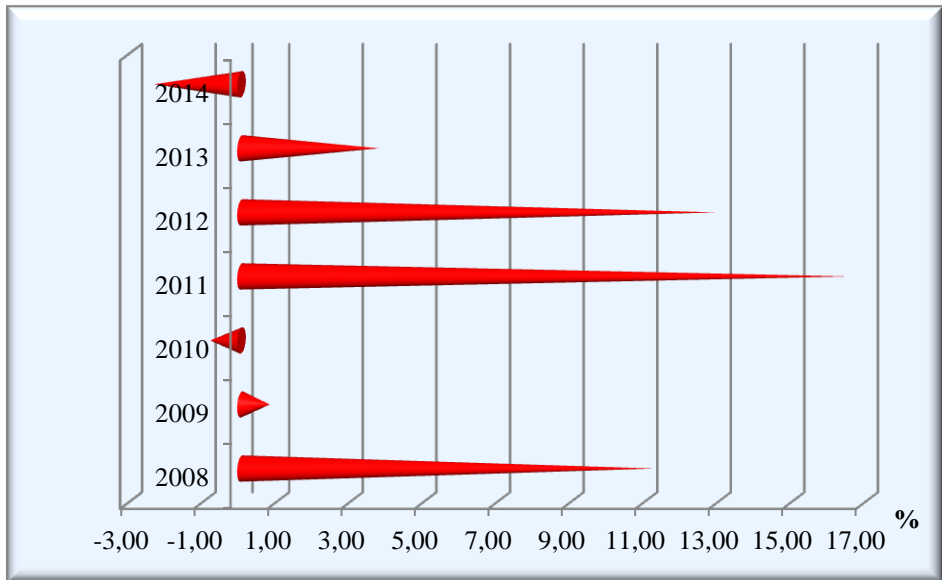
Figure 3. Sum of net sales revenue between 2007 and 2014 (million HUF)

A vállalatok árbevételéből számoltunk egy átlagos árbevételt, hiszen a vállalatok száma is változott a vizsgált időszakban. Az árbevétel átlagosan 3,57%-kal nőtt 2007-2014 között, 2008-ban és 2009-ben is csökkent az előző évhez képest, ezt követően növekedett.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A vállalatok értékesítési árbevételének növekedése a vizsgált időszakban változatosan alakult. Két évben az előző évhez képest csökkent, míg 2010-ben 0,85%-al volt alacsonyabb az árbevétel, mint 2009-ben, addig 2014-ben pedig 2,38%-kal csökkent az

előző évhez képest. A 2011-es év kiemelkedő volt, hisz ebben az esetben 16,52%-os árbevétel növekedést értek el a cégek az előző időszakhoz képest (4. ábra).



Forrás: Saját számításon alapuló szerkesztés a www.e-beszamolo.hu adatai alapján

4. ábra A vizsgált vállalatok értékesítési árbevételének növekedési rátája 2008-2014 között (%)

Figure 4. Sales growth rate at the analysed enterprises between 2008 and 2014 (%)

Chandra (2011) definíciójában az értékesítési árbevétel belső növekedési rátája (IGR = Internal Growth Rate) azt a növekedést jelenti, amelyet kizárólag a mérleg szerinti eredményből lehet realizálni. Az eszközarányos megtérülési ráta (Return on Assets = ROA) és a profit visszatartási ráta (b = Retention rate) ismeretében meghatározhatjuk az értékesítési árbevételnek azt a maximális növekedési rátáját, amely kizárólag az adott évben elért mérleg szerinti eredményből finanszírozható. A belső növekedési ráta egy olyan mutató, amely megmutatja, hogy a vállalat mekkora növekedést érhet el az adott évben kizárólag a belső források felhasználásával. Ha ennél nagyobb értékesítési árbevételt realizált akár a vállalkozás, akár pedig az ágazat, akkor külső forrást vett igénybe. Ha a cég vagy az ágazat nem óhajt vagy nem képes külső

forrást igénybe venni, akkor mérsékelni kell az osztalékfizetési rátáját, növelni kell eszközhatékonyágát. Ha nem teszi, akkor válsághelyzetbe kerül (Katits-Szalka, 2015).

A belső növekedési ráta meghatározása az alábbi képlettel történik (Katits-Szalka, 2015):

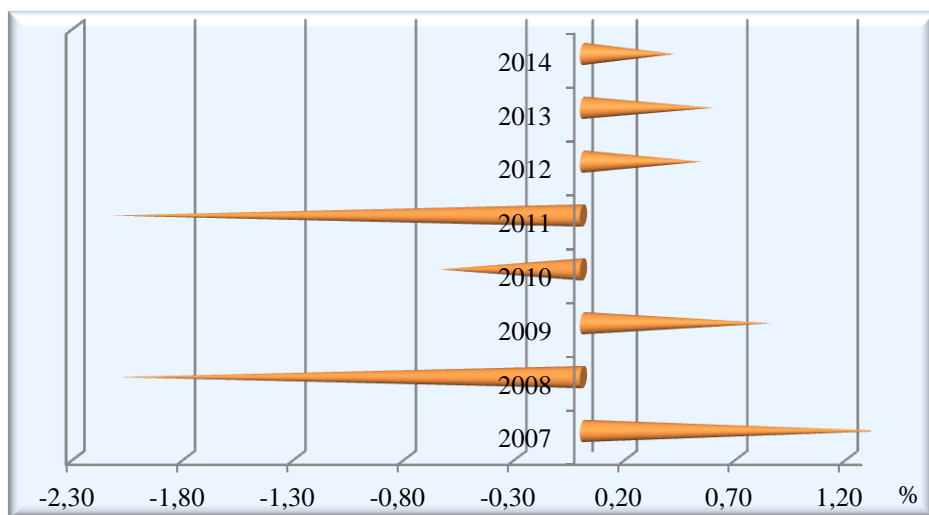
$$\text{IGR} = \frac{\text{ROA} \cdot b}{1 - \text{ROA} \cdot b}$$

ahol:

b profit visszatartási ráta (Retention Rate)

ROA eszközarányos megtérülési ráta (Return on Assets)

A belső növekedési ráták értékei hektikusan változnak, több esetben negatív értékűek, mivel negatív értékek szerepeltek a profit visszatartási rátánál, vagyis ebben az évben nem lettek volna képesek a növekedésre a vállalatok belső forrásfelhasználás révén (5. ábra).



Forrás: Saját számításon alapuló szerkesztés a www.e-beszamolo.hu adatai alapján

5. ábra Az értékesítési árbevétel belső növekedési rátája (IGR) (2007-2014) (%)

Figure 5. Internal growth rate (IGR) between 2007 and 2014 (%)

Katits és Szalka (2015) alapján megállapítható, hogy a belső növekedés előnye, hogy az extern részvénykibocsátáshoz képest időt és költséget takarít meg a vállalkozás.

Emellett – mivel külső forrás nélkül valósul meg - nem változik meg a tulajdonosok köre, így nem csorbul eddigi befolyásoló szerepük sem.

A fenntartható növekedési ráta (SGR = Sustainable Growth Rate) kalkulálásával nyerjük a következő évre annak az értékesítési árbevételnek a maximális növekedési rátáját, amely a záró mérleg szerinti forrásszerkezet fenntartásához szükséges (*Babcock* 1970, *Higgins* 1981, *Van Horne és Waczhowicz* 2008). A fenntartható növekedés olyan növekedést jelent, amelyet a vállalat külső részvénytőke bevonása nélkül ér el, miközben a vállalati tőkestruktúra változatlan marad. Ennél a növekedésnél a tőkeáttétel, vagyis a vállalat kötvény illetve részvénykibocsátással szerzett forrásainak aránya változatlan marad.

A mutató kiszámítása az alábbi képlettel történt (*Katits-Szalka*, 2015):

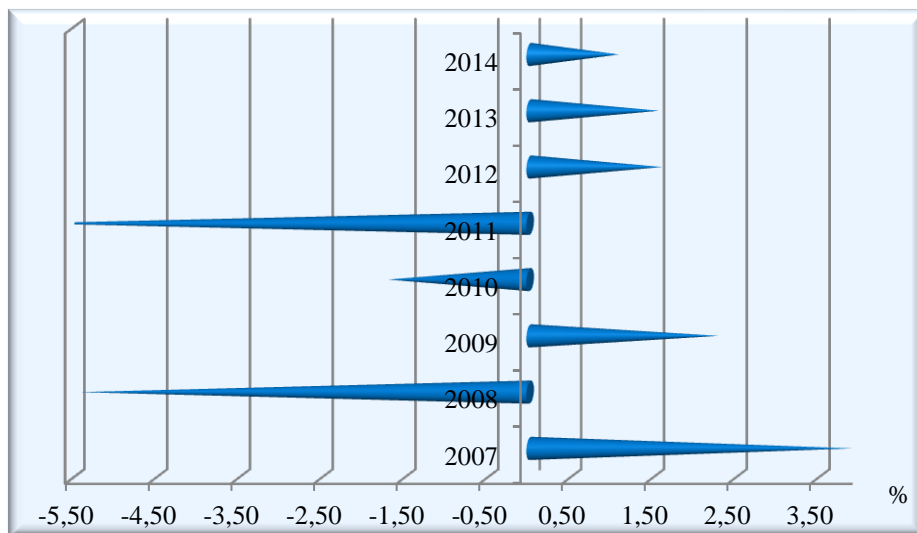
$$\text{SGR} = \frac{\text{ROE} \cdot b}{1 - \text{ROE} \cdot b}$$

ahol:

b profit visszatartási ráta (Retention Rate)

ROE Részvénytőke arányos megtérülési ráta (Return on Equity)

A fenntartható növekedési rátánál megegyező a változások iránya a belső növekedési rátánál kapott értékekkel. A különbség csupán abból adódik, hogy a fenntartható növekedési ráták értékei néhány százalékkal nagyobbak. Ez a nagyobb érték várható volt a vállalatokra nézve, hiszen itt már külső forrásokat is felhasználhatnak a növekedésre (6. ábra).



Forrás: Saját számításon alapuló szerkesztés a www.e-beszámolo.hu adatai alapján

6. ábra Az értékesítési árbevétel fenntartható rátája (SGR) (2007-2014) (%)

Figure 6. Sustainable growth rate (SGR) between 2007 and 2014 (%)

Az önfinanszírozható növekedés rátája (SFGR = Self-financeable Growth Rate), amelyet a vállalkozás kizárólag az operatív módon kigazdálkodott forrásokkal – külső finanszírozás és tőke kivonás nélkül – érhet el, miközben változatlan marad az adott év készletleköltési (raktározási és megmunkálási) ideje, valamint a követelések behajtási ideje (számolás módosítva Vishwanath, 2007.) (7. ábra).

A mutató kiszámítása az alábbi képlettel történt (Katits-Szalka, 2015):

$$\frac{\text{MSZE} + \text{ÉCS}}{\frac{\text{NSR}}{\text{DIH} + \text{DSO}}} = \text{SFGR}_{\text{OCC}} - \text{ként} (\text{SFGR}_{\text{OCC}})$$

$$\frac{365}{\text{OCC}} = \text{OCC - k száma éves szinten} (\text{OCC}_n)$$

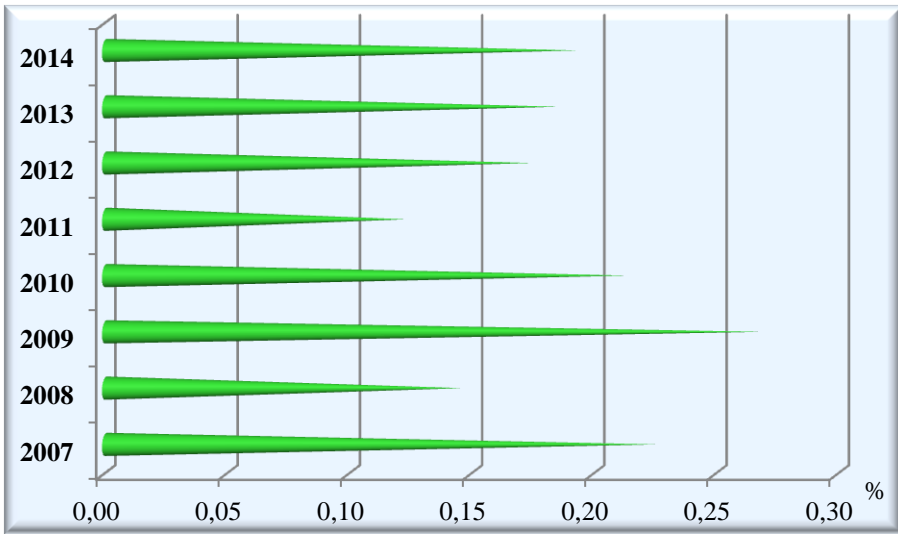
$$\text{SFGR} = (1 + \text{SFGR}_{\text{occ}})^{\text{OCC}_n} - 1$$

ahol: SFGR önfinanszírozható növekedés ráta (Self Financeable Growth Rate)

DIH készletek forgási ideje Days Inventory Held

DSO vevői követelések behajtási ideje Days Sales Outstanding

OCC	Operating Cash Cycles
MSZE	mérleg szerinti eredmény
NSR	Értékesítés nettó árbevétele
ÉCS	Értékcsökkenési leírás



Forrás: Saját számításon alapuló szerkesztés a www.e-beszamolo.hu adatai alapján

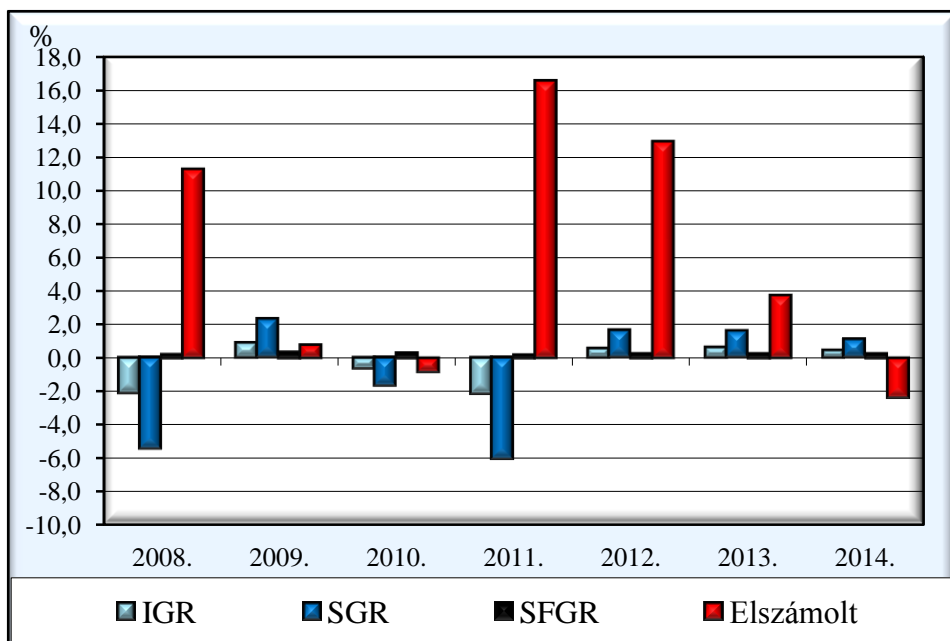
7. ábra Az önfinanszírozható növekedési rátája (SFGR) 2007-2014 között (%)

Figure 7. Self-financeable growth rate (SFGR) between 2007 and 2014 (%)

Amennyiben a növekedés finanszírozását az operatív területen kigazdálkodott forrásokkal szerették volna a vállalkozások megoldani, úgy ez a választás is csak relatíve alacsony növekedési ráták elérését tették volna lehetővé. Ha ezeket meghaladja az értékesítés nettó árbevételének növekedési rátái, akkor ez bizonyítja a likviditás biztonságát veszélyeztető külső finanszírozási forrás bevonásának tényét (Katits-Szalka, 2015).

Ha a számított belső növekedési ráta (IGR) nem éri el az eredménykimutatás szerint kapott nettó értékesítési árbevétel növekedési rátáját, abban az esetben az árbevétel növekedést külső finanszírozási forrással (legfőképpen idegen forrásból) valósították meg. A vizsgált időszakban az élelmiszeripari vállalatokra ez utóbbi volt jellemző, a 2010-es és 2014-es évet kivéve.

A 8. ábra azt igazolja, hogy a vizsgált vállalkozások esetében nincsen összhang a jövedelmezőségre (a mérleg szerinti eredményből eredően), a finanszírozásra vonatkozó elvárások és az értékesítési árbevétel növekedése között.



Forrás: Saját számításon alapuló szerkesztés a www.e-beszamolo.hu adatai alapján

8. ábra A vizsgált vállalatok értékesítési árbevételének IGR, a SGR, SFGR és az eredménykimutatásban elszámolt növekedési rátáinak alakulása 2008-2014 között (%)

Figure 8. The IGR, SGR, SFGR and sales growth rates at the analysed enterprises (2008-2014) (%)

A kutatás a legnagyobb értékesítés nettó árbevételét elérő vállalatokra terjedt ki. Általánosságban elmondható róluk, hogy nyereségesek, hatékonyan működnek és vezető szerepet töltenek be a piacon. Ahogyan az adatbázis elemzésében is bebizonyosodott, még a legnagyobb értékesítési árbevételű vállalatok életében is jelentkezhetnek visszaesések, ezeket az időszakokat általában már növekedés követi, amennyiben a vállalat menedzsmentje erre a megfelelő eszközöket alkalmazza. Megállapítható, hogy az adatbázis esetén a 2008-as és a 2011-es esztendőkből történt számottevő visszaesés a tiszta eredményből, illetve a mérleg szerinti forrásszerkezet megtartása melletti növekedés vonatkozásában.

Összességében elmondható, hogy a vizsgálat adatbázisban szereplő vállalatok esetében az értékesítési árbevétel belső, fenntartható és önfinanszírozható növekedési rátáinak alakulása egyáltalán nem vagy alig követte az eredménykimutatásban szereplő értékesítési nettó árbevétel alakulását, ami azt jelzi, hogy a vizsgált vállalkozások külső forrásból finanszírozták az értékesítését.

Amennyiben egy vállalat csak a külső finanszírozás mellett dönt, úgy a gyors növekedés révén versenyelőnyhöz juthat a piacon, ezzel szemben az adósság visszafizetése újabb kölcsönfelvételt generálhat, ami növekedés megállásához vezethet, hosszú távon akár hanyatláshoz is. A pénzügyi vezetésnek emiatt átfogóan kell gondolkodni akár a növekedés, akár a változás kérdéseiről, ennek érdekében érdemes számszerűsíteni az értékesítési nettó árbevétel növekedési lehetőségeit a különböző finanszírozási források vonatkozásában. Ugyanis egy perspektivikus üzleti működéssel és kiegyensúlyozott gazdálkodással alapozható meg, hogy a vállalat tartósan a növekedés szakaszában maradjon.

Investigation of growth opportunities at the largest food, tobacco and agricultural companies in Hungary (2007-2014)

ÉVA SZALKA¹ –BALÁZS PATYI² –JUDIT PETRA KOLTAI²

¹Széchenyi István University

Faculty of Agricultural and Food Sciences

²Széchenyi István University

Kautz Gyula Economics Faculty

SUMMARY

Hungarian agri-food sector contributes to the national economy's development, guarantees the country's food supply and increases rural employment. In the analysed period several significant events have affected the performance and growth of agriculture and the food industry, eg. the EU accession and the global economic crisis.

The growth opportunities of turnover at the largest food, tobacco and agricultural enterprises were examined between 2007 and 2014. Numerical and textual analyses of

corporate growth were performed on the basis of balance sheet also profit and loss account data collected from www.e-beszámoló.hu pages. The current study aimed to evaluate the growth rates and the financing opportunities at the examined sectors.

Adequate financing sources and the consistency among market-based growth, income-generating management, balanced management (Tóth, 2007), and financial expectations should be taken into consideration by chief finance officers.

The development of internal, sustainable and self-financed growth rates did not or barely followed the changes in net sales revenue shown in the profit and loss statement, indicating that the examined companies financed their sales from external sources.

Keywords: sales growth rate, internal, sustainable, and self-financeable growth rates

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 „Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen“ projekt támogatta

IRODALOM

Babcock, G. C. (1970): The Concept of Sustainable Growth. *Financial Analysts Journal*, **26**, (3) 108-114.

Béza D. – Csákné Filep J. – Csapó K. – Csubák T. K. – Farkas Sz. - Szerb L. (2013): *Kisvállalkozások finanszírozása*. Perfekt Kiadó, Budapest.

Brealey, R. – Myers, S. (1998): *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill, Inc., New York.

Canals, J. (2001): How to Think About Corporate Growth? *European Management Journal*, 19, (6) 587-598.

Chandra P. (2011): *Financial Management*. Tata McGraw-Hill Education Private Limited, New Delhi.

Higgins, R. C. (1981): Sustainable Growth under Inflation. *Financial Management*, **10**, (4) 36-40.

Katits E. (2010): *A vállalati válság pénzügyi menedzselése*. Saldo Kiadó, Budapest.

Katits E. – Kucséber L. Z. – Szalka É. (2013): The Corporate Life Cycles and Organizational Restructurings Examination, or the External versus Internal Growth. Nemzetközi Konferencia a Tudomány Ünnepe alkalmából. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Sopron, 2013. 11. 13.

Katits E. – Kucséber L. Z. – Szalka É. (2014): The Financial Analysis of the Hungarian Automotive Industry Growth Opportunities, or Measuring of the Extern and Direct Growth. Nemzetközi Tudományos Konferencia a Magyar Tudomány Napja alkalmából. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Sopron, 2014. 11. 12.

Katits E. – Szalka É. (2015): A magyar TOP100 pénzügyi elemzése 2008-2012 között, avagy a növekedési lehetőségek feltárása. Saldo Pénzügyi Tanácsadó és Informaitikai Zrt., Budapest.

Katits E. – Szalka É. (2015): Analysis of Factors Influencing the Growth of the Hungarian TOP 5000. Journal of Business and Management, Special Issue: Business Analytics and Management. **3**, (1-2) 10-25.

Katits E. – Szalka É. (2015): The Investigation of 15 Sector's Growth Potential Between 2008-2013 on the Basis of Annual Accounts of the 500 Greatest Hungarian Companies. LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken.

Kádárné Horváth Á. (2006): Vállalati növekedés. E-Tudomány **4**, (3) 1-16.

Kovács G. (2013): Pénzügyi szolgáltatások és döntések. Universitas-Győr Nonprofit Kft, Győr.

Szalka É. – Koltai J. – Katits E. (2013): A magyar TOP100 és a pénzügy-gazdasági válság, avagy a belső finanszírozási erő megerősítésének kényszere. Kautz Gyula Emlékkonferencia, Győr, 2013. június 11.

Szerb L. (2007): A növekedés meghatározó tényezői a magyar kis- és középvállalati szektorban. A Magyar Közgazdasági Egyesület konferenciája, Budapest, 2007. december 19-20.

Tóth G. (2007): A Valóban Felelős Vállalat. KÖVET, Budapest.

Van Horne, J. C. – Waczhowicz, J. M. (2008): Fundamentals of Financial Management. Pearson Education Ltd., Harlow.

Vishwanath S. R. (2007): Corporate Finance: Theory and Practice. SAGE Publications, New Delhi.

Walter Gy. (2013): Vállalatfinanszírozás a gyakorlatban, lehetőségek és döntések a magyar piacon. Alinea Kiadó, Budapest.

INTERNETES FORRÁSOK

www.e-beszamolo.im.gov.hu

www.kormany.hu/download/7/30/d0000/%C3%89lelmiszergazdas%C3%A1gi%20strat%C3%A9gia%202016-2050.pdf

www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/mezoszerepe12.pdf

www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepe15.pdf

www.mnb.hu/arfolyam-lekerdezes

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SZALKA ÉVA

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

szalka.eva@sze.hu

PATYI BALÁZS

Széchenyi István Egyetem

Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar

H-9026 Győr, Egyetem tér 1.

bali9292@gmail.com

KOLTAI JUDIT PETRA

Széchenyi István Egyetem

Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar

H-9026 Győr, Egyetem tér 1.

koltaij@sze.hu



Tájékoztató és útmutató a szerzők részére

Általános szempontok

1. Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményekben meg nem jelent, a növény-tudományok (kertészet, genetika, növénykórtan, állati kártevők, agrometeorológia, növényélettan, agrobotanika, stb.), állatt-tudományok (takarmányozás, állatgenetika, állategészség, stb.), élelmiszer- és az ökonómiai tudományok témakörébe tartozó szakcikket közölhetünk. Szemle rovatunkba a fenti tárgykörökhöz tartozó irodalmi összefoglalók, témadokumentációk, módszertani ismertetések, stb. kerülnek.
2. Tudományos folyóiratunkban a dolgozatokat angol vagy magyar nyelven tesszük közzé. Ez attól függ, hogy az új tudományos eredmények nemzetközi vagy inkább hazai érdeklődésre tarthatnak számot. Más nyelven a továbbiakban már nem fogadunk be cikkeket. A közlemények megjelentetésekor, az adott lapszámok összeállításakor az angol nyelvű anyagok előnyt élveznek. A megfelelő nyelvi színvonal fenntartása érdekében angolul írt cikk benyújtásakor anyanyelvi lektor által kiállított igazolást is kérünk csatolni.
3. Csak formailag kifogástalan kéziratot fogadunk el.
4. A kéziratot - annak mellékleteivel együtt - elektronikusan (e-mailben) kell megküldeni Dr. Szalka Éva címére (Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztő Bizottsága, 9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.; szalka.eva@sze.hu)

A kézirat összeállítása

1. Formai követelmények

1.1. A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb 16-20 gépelt - számozatlan - oldal legyen, Times New Roman betűtípussal 11 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margót hagyva. A gépirás fekete betűvel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközrel történjék. Fej- és lábléc (másként: élőfej és élőláb) használatát kérjük mellőzni.

1.2. Az alcímeket, fejezetcímeket, egyéb elkülönülő részeket 1-1 üres sorral kell elválasztani a fő szövegtől, aláhúzás és sorszám nélkül.

1.3. Az idegen szavak írását fonetikusán vagy, ha még nem honosodtak meg, eredeti helyesírással kérjük.

A magyar fajnevek mellett a tudományos nevet (esetenként a címben is) fel kell tüntetni és *dőlt* betűvel írni. A fajták nevét (magyar és külföldi) a minősítésben elfogadott név szerint kell írni szintén *dőlt* betűvel (pl.: *Sinapis alba* cv. *Budakalász sárga*).

2. A kézirat szerkezete

2.1. A dolgozat címe alatt a szerző(k) neve, munkahelye(ik) és annak székhelye szerepeljen. Pontos cím megadása itt kerülendő. A tudományos fokozatot és munkahelyi beosztást nem közöljük.

2.2. A tudományos közlemények kialakult rendjének és kézirat felépítését a következő csoportosítás szerint kérjük:

-Bevezetés

-Irodalmi áttekintés

-Anyag és módszer

-Eredmények

-Következtetések

-Összefoglalás

-Irodalom

az Acta Agronomica Óváriensis hagyományainak megfelelően. Egyes fejezetek a téma jellege, terjedelme szerint összevonhatók: Bevezetés és az Irodalmi áttekintés, Eredmények és a Következtetések. Az Anyag és módszer helyett a szerző a Kísérletek leírása címet is használhatja.

2.3. Az Irodalom után kérjük feltüntetni a szerző(k) levélcímét (név, munkahely és annak székhelye a postai irányítószámmal; e-mail cím).

A fentiek szerint csoportosított kéziratot kiegészítik (külön oldalakra gépelve):

·magyar nyelvű közlemény esetén

-magyar nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal

-angol nyelvű összefoglalás a dolgozat angol nyelvű címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén angol kulcsszavakkal

-táblázatok és ábrák

-angol nyelvű táblázat- és ábracímek

-az ábrák feliratait és a táblázatok fejléceit angol fordításban, számozva pl:

1. táblázat Az egygyári szélű előfordulása a Fertő-Hanság-medence
kukoricavetéseiben

Table 1 Occurrence of Mercurialis annua L. in maize fields in the Fertő-Hanság-basin

Felvételezési hely (1)		Egygyári szélű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4m ² (3)
		1.	2.	3.	4.	
1.	Hanságfalva*	46	72	54	36	52
2.	Jánossomorja	38	27	25	30	30
3.	Hanságliget	2	1	4	0	2

* a tenyészidőszak folyamán sem mechanikai, sem pedig kémiai gyomirtásban nem részesült

(1) location of survey, (2) the number of *Mercurialis annua* L. in sample squares, (3) average pc/4m², *during the vegetation period neither mechanical nor chemical weed control was carried out

angol nyelvű közlemény esetén

-angol nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal

-magyar nyelvű összefoglalás a dolgozat magyar címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén magyar kulcsszavakkal

-külön-külön oldalakra gépelt táblázatok és ábrák (a címek, feliratok, fejlécek magyarra fordítása nem szükséges)

3. Irodalmi hivatkozások

3.1. Az Irodalmi áttekintés című fejezetbe - hivatkozáskor - egy szerző esetében a szerzők családnévének *dőlt* betűvel történő leírásával és zárójelben közleményének kiadási évszámával szerepeljen, pl. *Pocsai* (1986). Szerzőpárosra történő hivatkozás esetén a két név közé "és" szót tegyen: *Pocsai és Szabó* (1983). Kettőnél több szerző esetében az elsőként feltüntetett szerző neve után *et al.* rövidítést kérjük: *Schmidt et al.* (1983). Egy mondaton vagy témakörön belül, ha több szerzőre hivatkozik, akkor a mondat vagy a témakör tárgyalása végén zárójelben kérjük a szerzők nevének és közleményei kiadási évszámának a felsorolását: (*Ivánicsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). Tudományos közleményben, könyvben szereplő hivatkozásra történő utalásnál a cit. rövidítést kell használni (*Wagner* 1979 cit. *Fahn* 1982).

3.2. Az Irodalom összeállításakor a dolgozatban idézett szerzők nevét ABC- és megjelenési időrendű felsorolásban kérjük. Minden tanulmányt külön sorban kell feltüntetni.

-Folyóiratban megjelent cikkekre való hivatkozásnál a szerző családneve és keresztnevének kezdőbetűje *dőlten* szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma félkövéren, a lapszám zárójelben és a kezdő-befejező oldal száma kerül felsorolásra.

Pl: *Pocsai K.* (1986): A lóbab vetőmagszükséglet csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. Növénytermelés. 35, (1) 39-44.

-Ha az idézett hivatkozás könyvben jelent meg, akkor kérjük a szerző nevét, a könyv megjelenési évszámát zárójelben, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét közölni.

Pl: *Schmidt J.* (1995): Gazdasági állataink takarmányozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

-Ha olyan szerzőre hivatkozik, aki társszerzőként írt a könyvben, akkor a szerző nevét az általa írt (hivatkozott) fejezet címét kérjük feltüntetni és "in" megjelöléssel a könyv szerkesztőjének a nevét, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét

Pl.: *Gimesi A.* (1979): A lucerna vegyszeres gyomirtása. In *Bócsa I. (szerk.):* A lucerna termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

-Ha az Irodalmi áttekintésben több szerző által írt tanulmányra hivatkozott, az Irodalomban az összes szerző nevét ki kell írni és a nevek közé szóközzel kötőjelet keli tenni.

Pl: *Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Schmidt R. – Lantos Zs.* (1997): The effect of climatic conditions on the maize production. Acta Agronomica Óváriensis. 39, (1-2) 1-14.

-Külföldi szerző esetében család- és keresztnév közé vesszőt kell tenni. Magyar szerzőknél ez kerülendő.

4. Ábrák és táblázatok

4.1. A digitalizált képeket, ábrákat lehetőleg TIF, JPG kiterjesztésű állományként küldjük, és ne a dokumentumba ágyazva.

4.2. Táblázatok esetében kérjük, hogy szintén Times New Roman betűtípust használjanak. Lehetőleg mellőzzék a táblázatok különféle kerettel és vonalvastagságokkal történő tarkítását.

4.3. Kérjük az eredeti ábrák, táblázatok külön állományban (pl. XLS) történő mentését, ezeket se illesszék a dokumentumba.

4.4. Ugyanazon adatsorokat grafikus és táblázatos formában nem közöljük.

Kérjük, hogy a szövegben az ábrákra és táblázatokra (dőlt betűvel írva) minden esetben hivatkozzanak.

5. Lektorálás, korrektúra

5.1. Az angol nyelvű cikkek lektorálása két szinten (anyanyelvi és szakmai bírálat) történik. Mint azt az *Általános szempontok*ban említettük, a közlemény beérkezésekor benyújtott anyanyelvi lektori igazolás biztosítja az *előzetes nyelvi ellenőrzést*, amit *szakmai bírálat* követ.

5.2. A szerzők javaslatot tehetnek a két szakmai lektor személyére. A javasolt lektorok tudományos minősítéssel rendelkező személyek legyenek. A javasolt lektorokat a Szerkesztőbizottság hagyja jóvá, illetve jelöl ki új lektorokat. A lektorok nevét az évi utolsó lapszamban a borító belső oldalán – a bírált cikk megjelölése nélkül - feltüntetjük.

5.3. A lektori véleményeket a szerzőknek a kézirattal együtt megküldjük. Kérjük a szerzőket, hogy dolgozatukat a bírálók javaslata alapján módosítva mielőbb küldjék vissza e-mail-ben (szalka.eva@sze.hu). Csak a végleges összeállítású, hibátlan dolgozatot tudjuk szerkeszteni.

A megjelent dolgozatokért a Szerkesztőbizottság tiszteletdíjat nem tud fizetni.

A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig megőrizzük.

A Szerkesztőbizottság

Kiadásért felelős:

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja

A szerkesztőség címe

H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

Tartalom

Paréj J. – Pongrácz L. – Bali Papp Á:

Angol telivér kancák A- és E-vitamin, valamint szelén ellátottságának vizsgálata **Hiba! A könyvjelző nem**

Bagi Z. – Posta J. – Kusza Sz:

Morphometric characterization and exact separation of Eurasian Collared Dove

(*Streptopelia decaocto*) and Common Pigeon (*Columba livia* forma *domestica*) moulted feathers21

Tóásó Gy.– Kalocsa R. –Nagy J:

Takarmányként használt halcsalik, etetőanyagok, takarmány alapanyagok és haltakarmány nemkívánatos kémiai elem és nyomelem tartalmának vizsgálata **Hiba! A könyvjelző nem**

Molnár J, - Ásványi B. - Varga L.:

Vitaminadagolás hatása élesztőgombák szaporodási kinetikájára..... 60

ifj. Kruppa J– Kruppa K. – Kruppa J:

Rekombinációs szekunder hexaploid triticales nemesítése, genomösszetétele és minősége 73

Ambrus A. - Burai P. - Bekő L. - Jolánkai M.:

Precíziós növénytermesztési technológiák és nagy felbontású légi távérzékelő adatok alkalmazhatósága az őszi búza termesztésében85

Gombkötő N. – Hancs H:

Környezetkímélő energetikai beruházások megtérülésének vizsgálata a Pannonhalmi Főapátságánál105

Szalka É. – Patyi B. – Koltai J.P.:

Növekedési lehetőségek vizsgálata a legnagyobb élelmiszer-, dohányipari és mezőgazdasági cégek esetében (2007-2014)137

Tájékoztató és útmutató a szerzők részére157