



# ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



**VOLUME 60.**

**NUMBER 1.**

**Mosonmagyaróvár  
2019**



**SZÉCHENYI  
EGYETEM**  
UNIVERSITY OF GYŐR





# **ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS**



**Mosonmagyaróvár**

**VOLUME 60.**

**NUMBER 1.**

**2019**

**SZÉCHENYI ISTVÁN UNIVERSITY**  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár  
Hungary

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Mosonmagyaróvár

Közleményei

**Volume 60. Number 1.**

**Mosonmagyaróvár**

**2019**

**Editorial Board/Szerkesztőbizottság**

Bali Papp Ágnes Jolán PhD	Pinke Gyula DSc
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 DSc
Nagy Frigyes PhD	Varga-Haszonits Zoltán DSc
Neményi Miklós MHAS	Varga Zoltán PhD
Ördög Vince DSc	

**Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai**

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 60. No. 1:

Benk Ákos, Beszédes Sándor, Centeri Csaba, Csontos Péter, Jakab Gergely, Fenyvessy József, Horváth Eszter, Jakab Gergely, Kalmár Sándor, Kalocsai Renátó, Koltai Judit Petra, Kovácsné Gaál Katalin, Kovács Péter, Lepossa Anita, Milics Gábor, Molnár Zoltán, Potyondi László, Szalka Éva, Troján Szabolcs, Turcsán Judit,

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 60. No. 1:

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

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





## SZALICILSAV TARTALMÚ TERMÉK HASZNÁLATA ŐSZI BÚZÁBAN

MOLNÁR ZOLTÁN – PERESZLÉNYI KRISZTINA – SZALKA ÉVA  
Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szalicilsav (SA) szerepe már régóta ismert a különböző növénybetegségek elleni rezisztencia folyamatában, így például a kétszikű növényeknél megfigyelhető ún. szisztemikus szerzett rezisztencia (SAR), mint indukálható védelmi mechanizmus kialakulásában. Az elmúlt 30 év során jelentős előrelépés történt a SA anyagcsere megértésében és a növényvédelmi szignál transzdukciós folyamatokban betöltött szerepét illetően, valamint más védelmi mechanizmusokkal való kölcsönhatásban. Azt is megállapították, hogy az SA szerepet játszik az abiotikus stresszorokra, például aszályra, fagyhatásra, nehézfém toxicitásra, magas hőmérsékletre és ozmotikus stresszre adott válaszreakciókban. A jövőben a szalicilsavtartalmú termékek exogén alkalmazása hatékony eszköz lehet a növekedés és a termés fokozására, továbbá a különböző abiotikus stresszorok által kiváltott, a növényekben fellépő káros hatások kivédésére. Kisparcellás szántóföldi kísérletben vizsgáltuk egy szalicilsav tartalmú termék őszi búza terméselemeire (hozam, ezerszemtömeg, HL-tömeg és beltartalmi mutatók) gyakorolt hatását. A kezeléseket a fungicides kontroll mellett a készítmény egyszeri, kétszeri és háromszori kijuttatása jelentette a 2016/2017-es tenyészidőszakban. A növények élettani állapotát fotoszintetikus pigmenttartalmuk, valamint a vegetatív fázisban levő levelek szalicilsav tartalmának meghatározása alapján vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy az egyszeri SA kezelés tavasszal (április végén - május elején) fokozta az őszi búza növények élettani tulajdonságait, amelyek nagyobb termést eredményeztek.

**Kulcsszavak:** őszi búza, szalicilsav, természetes kivonatok, növénykondicionáló kezelés

## BEVEZETÉS

A szalicilsav (salicylic acid – SA) fontos szerepet játszik a növények védekezésében. A növénybetegség-rezisztenciában betöltött szerepe jól dokumentált kétszikű növények esetében, ahol a kórokozókkal szembeni alapvető rezisztencia, valamint az indukálható védelmi mechanizmus, a szisztémikus szerzett rezisztencia (systemic acquired resistance – SAR) kialakításához szükséges, amely ellenállást biztosít a patogének széles spektrumával szemben. A SAR aktiválása összefügg a patogenezishez kapcsolódó (pathogenesis-related – PR) fehérjék fokozott expressziójával, melyek közül néhány rendelkezik antimikrobiális hatással (*Vasyukova és Ozeretskovskaya* 2007). Az elmúlt 30 évben jelentős előrelépés történt a SA anyagcseréjének, a növényi védekezési szignálok és azok interakciójának más védekezési mechanizmusokkal való megértésében. Habár ezek a tanulmányok betekintést engednek a SA működésébe a növényi védekezésben, azt is hangsúlyozzák, mennyire ismeretlen a szalicilsavas jelzések összetettsége a kórokozókkal szemben (*Dong* 1998, *Kumar* 2014). A kórokozókkal szembeni helyi és egész növényt érintő védelmi válasz reakciók közötti közvetítő funkciójánál fogva a SA az intenzív kutatás középpontjába került (*Beckers és Spoel* 2006, *Vlot et al.* 2009). Azt is megállapították, hogy a SA szerepet játszik az olyan abiotikus stresszre adott növényi válasz reakciókban, mint szárazság, fagy, nehézfém-toxicitás és ozmotikus stressz. Ezen biotikus és abiotikus stresszek válasz folyamatai során betöltött funkciója mellett a SA kritikus szerepet tölt be a növény egész élete alatt végbemenő fiziológiai és biokémiai folyamatok szabályozásában is (*Kang et al.* 2014, *Miura és Tada*, 2014, *Khan et al.* 2015). A vegyület pontos szerepének megismerése és molekuláris hatásmechanizmusainak megértése a fiziológiai folyamatokban segíthet a komplex SA jelátviteli hálózat feltárásában, alátámasztva annak fontos szerepét a növényegészségügyben és a betegségekben. A jövőben a SA exogén alkalmazása hatékony eszköz lehet a növekedés, a termelékenység és a különböző abiotikus stresszek által okozott kedvezőtlen hatások elleni küzdelemben (*Pál et al.* 2005, *Yuan és Lin* 2008, *Rivas-San Vicente és Plasencia* 2011). A SA alkalmazása ígéretes olyan eszközként, amely a mezőgazdasági növények számára

toleranciát biztosít a fent említett károsító tényezőkkel szemben (Hayat et al. 2005, Hayat et al. 2009, Hayat et al. 2010, Antonić et al. 2016).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A szántóföldi kísérletet 2016 október és 2017 június között végeztük el a Széchenyi István Egyetem tangazdaságában. A tenyészidőszakban átlaghőmérséklet 10,1°C, a lehullottsapadék 274,4 mm volt. A művelt réteg (0-20 cm) tápanyag-tartalmát közvetlenül a vetés időpontja előtt (2016.10.15) mértük. A mért értékek: Arany-féle kötöttségi szám ( $K_A$ ): 50, humusztartalom: 2,56%, pH: 7,33, kalcium tartalom (Ca): 20,6 mg/kg, foszfortartalom ( $P_2O_5$ ): 310 mg/kg, káliumtartalom ( $K_2O$ ): 254 mg/kg, nitrogén tartalom ( $NO_3-N$ ): 20,2 mg/kg. A véletlen elrendezésű kisparcellás kísérletet három kezeléssel, négy ismétlésben őszi búza (*Triticum aestivum* L.) ‘Basmati’ növényvel állítottuk be. A parcellaméret 4 m x 1 m volt. A búza különböző fejlődési stádiumaiban egy, kettő vagy három kezelést végeztünk a kereskedelmi forgalomban elérhető termékkel (PlanTonic), mely természetes növényi kivonatokat és szalicilsavat (SA) tartalmaz. A kezelések időpontjai a BBCH skála (egy- és kétszikű növények növekedési fázisai) alapján kerültek kijelölésre (Meier 2001). Az „A” kezelést a BBCH 21 fejlettségi szintjén (bokrosodás kezdete: az első oldalhajtás megjelenése, 2016.11.25) alkalmaztuk. A „B” kezelést a BBCH 31 fejlettségi szinten (első nádusz legalább 1 cm távolságra került a bokrosodási ponttól, 2017.04.24), „C” kezelést pedig a BBCH 55 fejlettségi szinten (kalászhányás időszaka: a fél kalász megjelenése a zászlószélvél nyelvecskéje fölött, 2017.05.17) alkalmaztuk. Kereskedelemben kapható fungicideket használtunk kontrollként: 2017.04.24-én Opera New és 2017.05.17-én Tango Star készítményeket. A növényeket a vegetatív időszak alatt nem öntöztük. A laboratóriumi kémiai analízishez használt levélmintákat a PlanTonic alkalmazása előtt és 5-6 nappal alkalmazása után gyűjtöttük. A fotoszintetikus pigmenttartalom meghatározásához 100 mg friss levélmintát vettünk, majd 15 ml 100%-os acetonnal dörzscsészében szétdörzsolgtük. A homogenizált mintát 3000 rpm-en 5 percig centrifugáltuk. Az extraktumot klorofill-*a*, klorofill-*b* és karotinoid színanyagok meghatározásához használtuk. UV-spektrofotométerben 440,5 nm-en, 645 nm-en és 662 nm-en abszorbanciát mértünk (Arnon 1949). A SA kivonását és elemzését Pál et al. (2005) szerint végeztük. A növények átlagos magasságát és a parcellánkénti átlagos hozamokat



a betakarítás után határoztuk meg. Vizsgáltuk a búzaminőségi paramétereket, mint ezermagtömeg (g), hektolitertömeg (kg/HL), nedves sikkertartalom (%), fehérjetartalom (%), W érték, Zeleny érték Infratec 1241 gabonaelemzővel (FOSS) is elemeztük. Az adatok matematikai-statisztikai értékelését Excel (Office 365, Microsoft Co.) és ARM 2017 (Gylling Data Management, Inc.) szoftverekkel végeztük. A szignifikáns differenciát egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) és Student-Newman-Keuls teszttel állapítottuk meg,  $P=0,05$  és  $P=0,10$  értékre.

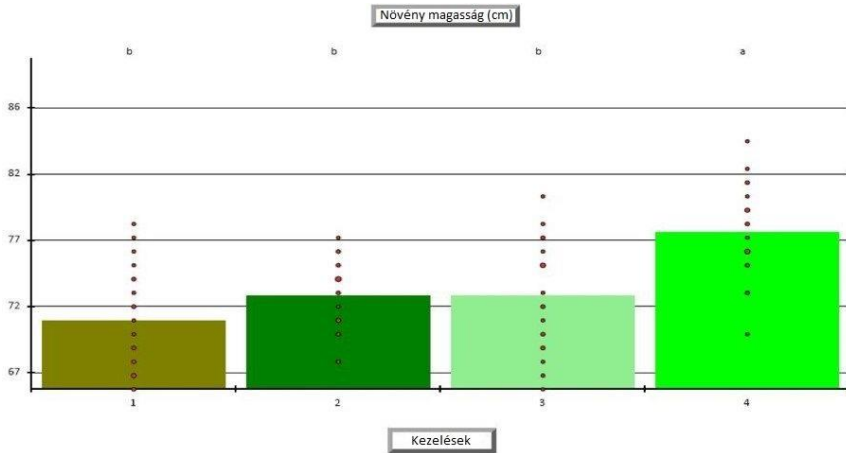
## EREDMÉNYEK

### *Agronómiai paraméterek*

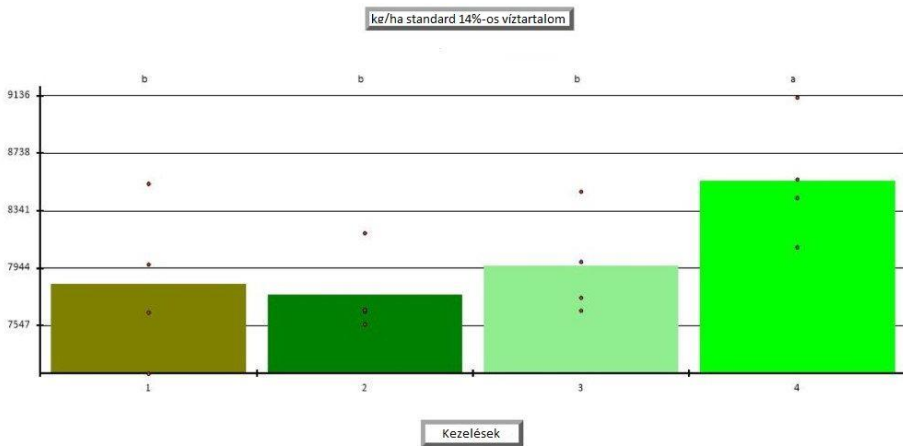
A hideg időjárás és az alacsony talajhőmérséklet miatt 2016-ban az őszi búza vetőmagok lassan csíráztak, ami a csíranövények fejlődését hátráltatta. A BBCH 21 fejlődési szakaszt ezéért november végén érték el. A PlanTonic kezelés után az időjárás hideg volt így a növények nem fejlődtek tovább. A következő év tavaszán az időjárás nagyon száraz és hideg volt, több esetben  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatti hőmérsékletet észleltünk 2017 április közepétől május elejéig. Növénybetegségek megjelenését nem tapasztaltuk a búzanövényeken. Látható fizikai károsodás tüneteit sem lehetett rögzíteni. Ebben a vizsgálatban *Erysiphe graminis* DC. alacsony szinten (levélharmadok 5-10%-a) volt kimutatható a leveleken a PlanTonic készítménnyel kezelt parcellákban, de nem jelentkezett a fungiciddal kezeltekben. Más növényi patogének által okozott betegségek nem okoztak látható tüneteket a búzanövényeken.

### *Növény- és termés paraméterek*

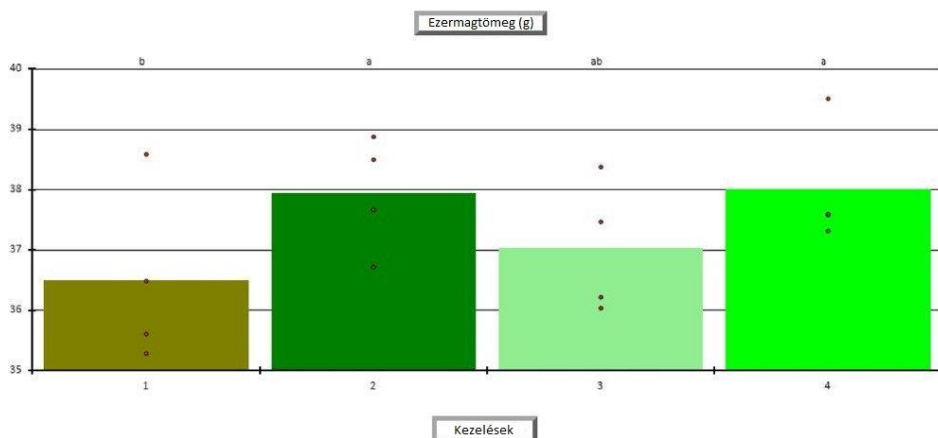
A PlanTonic háromszori alkalmazása esetében a kezelés parcelláiban a búzák jelentősen nagyobb növénymagaságot értek el (1. ábra). A kedvezőtlen és száraz időjárási viszonyok ellenére az őszi búza magas termés hozamot produkált. A PlanTonic kezelések „A” (2016.11.25), „B” (2017.04.24) és „C” (2017.05.17) kedvező időpontja növelte az őszi búza hozamát, amit a szignifikáns differencia  $P=0,10$  szintnél mutattunk ki (2. ábra). Az összes PlanTonic alapú kezelés növelte az ezermagtömeget, a szokásos fungicid technológiához képest (3. ábra). Más kvalitatív paraméter esetén nem volt szignifikáns az eltérés.



1. ábra: Betakarítás előtti növénymagasság (cm)  
(Kontroll (1), PlanTonic kezelés egy (2), két (3) és három alkalommal (4))  
Figure 1: Plant height in cm before harvest



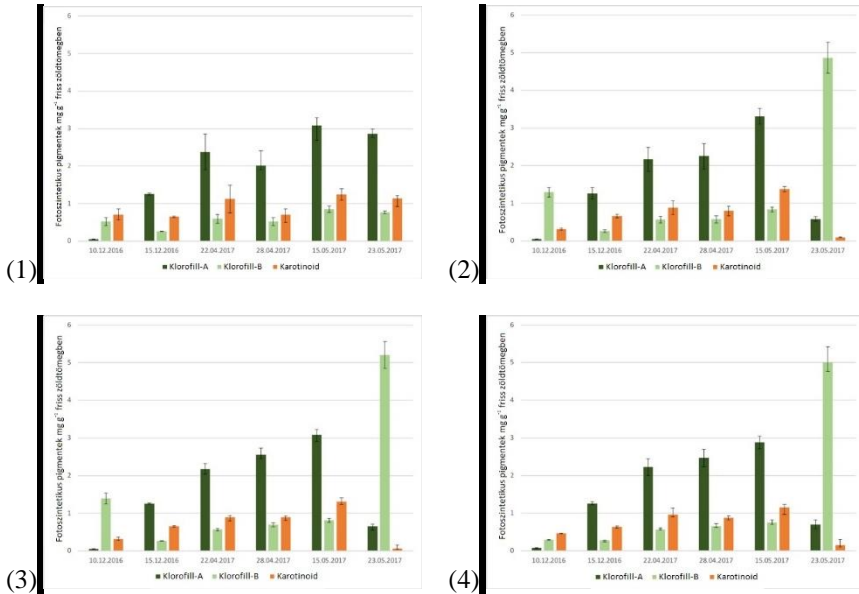
2. ábra: 14% standard nedvességtartalom mellett mért hozam (kg/ha)  
(Kontroll (1), PlanTonic kezelés egy (2), két (3) és három alkalommal (4))  
Figure 2: Yield in 14% standard moisture content



3. ábra: Ezermagtömeg (g)  
 (Kontroll (1), PlanTonic kezelés egy (2), két (3) és három alkalommal (4))  
 Figure 3: Thousand kernel weight in grams

### Fotoszintetikus pigmentek

A fotoszintetikus pigmenttartalom átlagadatait oszlopdigramokban mutatjuk be (4. ábra). Az első, 2016 decemberi PlanTonic kezelés után jelentős mértékű növekedés látható a klorofill-*a* és a karotinoid tartalomban. Emellett a klorofill-*b* tartalom csökkent, ami a fotoszintetikus pigmentekben bekövetkezett anyagcsere eltolódás jele. A 2017 tavaszi PlanTonic kezelés kedvező hatással volt a klorofill-*a* tartalomra: áprilisban az egyszeri permetezésnek több, mint egy hónapos hatása volt, a kétszeri permetezés (áprilisban, majd májusban) pedig felülmúlta az előző, egyszeri kezelést. Ez a magasabb fotoszintetikus rátát és az intenzívebb elsődleges anyagcserét jelzi. A klorofill-*b* és karotinoid tartalom nem változott jelentősen egyik PlanTonic kezelésben sem. Többszöri permetezésnek sem volt hatása e fotoszintetikus pigmentek szintjére. Összességében a tavaszi PlanTonic kezelésen átesett növények fotoszintetikus pigmenttartalma enyhe növekedést mutatott a kontrollhoz képest (kereskedelmi fungicid technológia).



4. ábra: Fotoszintetikus pigment tartalom őszi búza növényekben

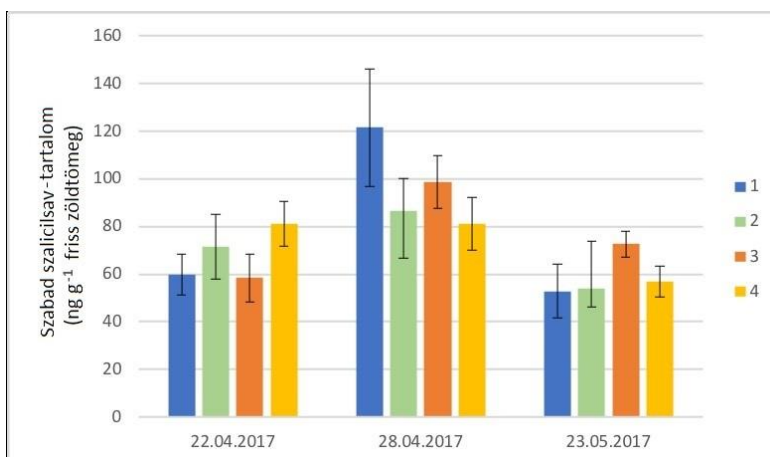
(Kontrol (A), PlanTonic kezelés egy (B), két (C) és három alkalommal (D))

Figure 4: Photosynthetic pigment content in winter wheat plants

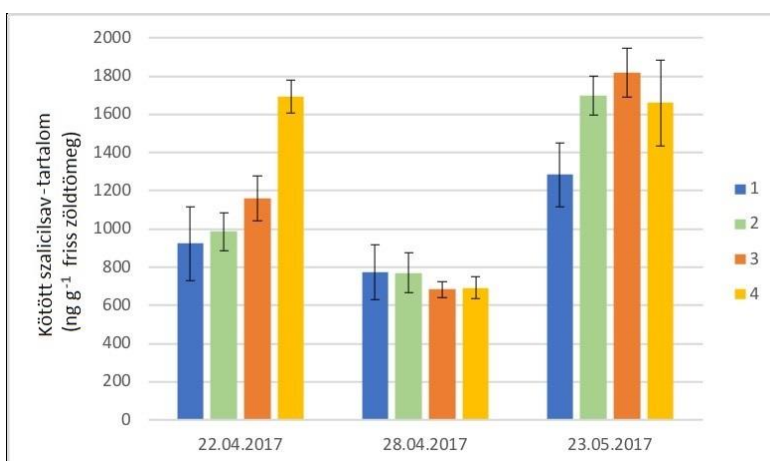
Control (1), PlanTonic treatment once (2), twice (3) and three times (4)

### Szalicilsav-tartalom

A szabad és kötött SA tartalom a búzanövények vegetatív periódusa során megváltozott. Ez 2016-ban tél bekövetkezése előtt még nem volt mérhető. Azonban a SA mennyisége egyértelműen növekedett bármely tavaszi PlanTonic kezelés után (lásd 5. ábra, 2017.04.22 és 2017.04.28 közötti változás). Jelentős növekedés történt egy 2017 áprilisi patogén fertőzés miatt a kontroll kezelés esetén. A háromszori szalicilsavas kezelésen átesett búzanövények esetén a szabad, szállítható SA szint állandó. Ezen felül ezeknek a növényeknek a szöveteiben nagy mennyiségű kötött SA található a 2017 második tavaszi kezelés előtt. A második PlanTonic-os permetezés jelentősen növelte a kötött szalicilsavtartalmat a szokásos fungicid technológiához képest (6. ábra).



5. ábra: Szabad szalicilsav-tartalom a búzalevélben  
 Figure 5: The free salicylic acid content in wheat leaves



6. ábra: Kötött szalicilsav-tartalom a búzalevélben  
 Figure 6: The bound salicylic acid content in wheat leaves

## KÖVETKEZTETÉSEK

A 2016/2017-es vegetációs periódusban kispácellás szántóföldi kísérletet végeztünk egy salicilsav-tartalmú termék (PlanTonic) őszi búzán való egy-, két- vagy háromszori alkalmazás hatásának felmérésére. Az időjárási viszonyok miatt a búzán patogének jelenléte nem volt megfigyelhető. A késői PlanTonic kezelési idő és a búza lassú 2016-i

őszi növekedésének ellenére a PlanTonic háromszori alkalmazása (kezelés „A”: 2016.11.25, „B”: 2017.04.24, és „C”: 2017.05.17) pozitívan befolyásolta a búzanövények fejlődését. Ezzel érték el a legnagyobb növénymagasságot és a kezelés alkalmazásával a növények a legnagyobb látható vegetatív felülettel növekedtek. A PlanTonic alkalmazása egyszer ősszel és kétszer tavasszal jelentősen növelte a terméshozam paramétereiket. A növények fiziológiai állapotát, a vegetációs periódus során levélben található fotoszintetikus pigment- és szalicilsav-tartalom alapján vizsgáltuk. Következtetésként elmondhatjuk, hogy a tavasz közepén egy SA kezelés (április vége, május korai eleje) javította az őszi búza fiziológiai tulajdonságait, mely magasabb hozamot eredményezett. A kapott eredmények alapján a kereskedelmi forgalomban használt fungicid technológia a 2016-2017 évihez hasonló fertőzési viszonyok között kiváltható szalicilsav tartalmú készítménnyel történő maximum háromszori kezeléssel. További kísérleteket tervezünk a növényi fenotipizálás különböző módszereivel az elkövetkezendő évek vegetációs periódusai során, hogy a PlanTonic őszi búzára kifejtett hatását még pontosabban értékeljük.

## **APPLICATION OF A SALICYLIC ACID CONTAINING PRODUCT ON WINTER WHEAT CULTIVATION**

Zoltán Molnár – Krisztina Pereszlényi – Éva Szalka

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Mosonmagyaróvár

### **SUMMARY**

Salicylic acid (SA) role in plant disease resistance is well documented for several types of plants, such as dicotyledonous plants, where it is required for basal resistance against pathogens as well as for the inducible defense mechanism, systemic acquired resistance (SAR). During the recent 30 years, significant progress has been made in understanding SA metabolism and signaling in plant defense and its interaction with other defense mechanisms. It has also been found that SA plays a role during the plant response to abiotic stresses such as drought, chilling, heavy metal toxicity, heat, and osmotic stress. In future, the exogenous application of salicylic acid containing product

might act as a powerful tool in enhancing the growth, productivity and also in combating the ill effects generated by various abiotic stresses in plants. We have investigated the effect of a salicylic acid containing product on winter wheat (yield, thousand seed weight, HL-weight and other yield parameters) in small plot experiment. In addition to fungicide control, the treatments were single, double, and triple applied during the 2016/2017 growing season. The physiological state of the plants was investigated by determining their photosynthetic pigment content and the salicylic acid content of the leaves in the vegetative phase. We found that one-time SA treatment in spring (late April - early May) increased the physiological properties of winter wheat plants which lead higher yield results.

**Keywords:** winter wheat, salicylic acid, natural compounds, plant conditioning treatment

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az **EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban”** című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. Köszönjük az OGET GmbH, Ausztria (Herfried Neumeister, Kolonics Ferenc) támogatását a vizsgált készítmény biztosításával.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Antonić, D. – Milošević, S. – Cingel, A. – Lojić, M. – Trifunović-Momčilov, M. – Petrić, M. – Subotić, A. – Simonović, A.* (2016): Effects of exogenous salicylic acid on *Impatiens walleriana* L. grown *in vitro* under polyethylene glycol-imposed drought. South African J. Bot. 105, 226–233.
- Arnon, D. I.* (1949): Copper enzymes in isolated chloroplast, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris* L. Plant Physiol. 24, 1–15.
- Beckers, G.J.M. – Spoel, S.H.* (2006): Fine-tuning plant defence signalling: Salicylate versus jasmonate. Plant Biol. 8, 1–10.
- Dong, X.* (1998): SA, JA, ethylene, and disease resistance in plants. Curr. Opin. Plant Biol. 1, 316-323.

- Hayat, S. – Fariduddin, Q. – Ali, B. – Ahmad, A. (2005):* Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. *Acta Agron. Hungarica* 53, 433-437.
- Hayat, S. – Masood, A. – Yusuf, M. – Fariduddin, Q. – Ahmad, A. (2009):* Growth of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) in response to salicylic acid under high-temperature stress. 21, 187-195.
- Hayat, Q. – Hayat, S. – Irfan, M. – Ahmad, A. (2010):* Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environ. Exp. Bot.* 68, 14-25.
- Kang, G. – Li, G. – Guo, T. (2014):* Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. *Acta Physiol. Plant.* 36, 2287–2297.
- Khan, M.I.R. – Fatma, M. – Per, T.S. – Anjum, N.A. – Khan, N.A. (2015):* Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Front. Plant Sci.* 6, 1-17.
- Kumar, D. (2014):* Salicylic acid signaling in disease resistance. *Plant Sci.* 228, 127-134.
- Meier, U. (Ed.) (2001):* Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph, 2nd Edition. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.
- Miura, K. – Tada, Y. (2014):* Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. *Front. Plant Sci.* 5, 1–12.
- Pál, M. – Horváth, E. – Janda, T. – Páldi, E. – Szalai, G. (2005):* Cadmium stimulates the accumulation of salicylic acid and its putative precursors in maize (*Zea mays* L.) plants. *Physiol. Plant.* 125, 356-364.
- Rivas-San Vicente, M. – Plasencia, J. (2011):* Salicylic acid beyond defence: Its role in plant growth and development. *J. Exp. Bot.* 62, 3321-3338.
- Vasyukova, N.I. – Ozeretskovskaya, O.L. (2007):* Induced plant resistance and salicylic acid: A review. *Appl. Biochem. Microbiol.* 43, 367-373.
- Vlot, A.C. – Dempsey, D.A. – Klessig, D.F. (2009):* Salicylic Acid, a Multifaceted Hormone to Combat Disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 47, 177-206.
- Yuan, S. – Lin, H.-H. (2008):* Role of salicylic acid in plant abiotic stress. *Z. Naturforsch. C.* 63, 313-320.



*A szerző levélcíme – Address of the author:*

Molnár Zoltán

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

molnar.zoltan@sze.hu

Pereszlényi Krisztina

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

Szalka Éva

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

szalka.eva@sze.hu



## EXTRAHÁLT GYÓGNÖVÉNYEK KOMPOSZTÁLÁSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA

GREFF BABETT-HANCZNÉ LAKATOS ERIKA-SZIGETI JENŐ

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálataim során, a Kisalföldi Mezőgazdasági ZRt. közreműködésével, gyógynövény extrakciós hulladékokat komposztáltam féléves körülmények között 2 hónapig. A kontroll csak szarvasmarha trágyával és szalmával, míg a másik depó komposztálást gyorsító, mikrobiológiai készítménnyel került bekeverésre. A komposztálási kísérletek során vizsgáltam a depók hőmérsékletét, nedvességtartalmát és meghatároztam az összes aerob, fakultatív anaerob mezofil cellulózbontó mikroorganizmusok számát is. A kísérletek eredményeként megállapítható, hogy a megfelelő arányú makrokomponens adagolás lényegében kiküszöböli a visszamaradó drogok mikrobagátló hatását, valamint az alkalmazott komposztálást segítő készítmény nem gyakorolt jelentős hatást a komposztálás menetére. Jövőbeni komposztálást gyorsító mikrobiológiai adalékanyag kialakítása céljából vizsgáltam különböző cellulózbontásra alkalmas, komposztokból is kimutatható baktériumok szaporodási kinetikáját és cellulózbontó képességét is.

Jelen közlemény az Emberi Erőforrások Minisztériuma **ÚNKP-18-4-3-SZE-9** kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült, „*Extrahált gyógynövények komposztálási lehetőségeinek vizsgálata*” c. tanulmány átdolgozott verziója. Az eredeti tanulmány Vizsgálataim során, a Kisalföldi Mezőgazdasági ZRt. közreműködésével, gyógynövény extrakciós hulladékokat komposztáltam féléves körülmények között 2 hónapig. A kontroll csak szarvasmarha trágyával és szalmával,

míg a másik depó komposztálást gyorsító, mikrobiológiai készítménnyel került bekeverésre. A komposztálási kísérletek során vizsgáltam a depók hőmérsékletét, nedvességtartalmát és meghatároztam az összes aerob, fakultatív anaerob mezofil cellulózbontó mikroorganizmusok számát is. A kísérletek eredményeként megállapítható, hogy a megfelelő arányú makrokomponens adagolás lényegében kiküszöböli a visszamaradó drogok mikrobagátló hatását, valamint az alkalmazott komposztálást segítő készítmény nem gyakorolt jelentős hatást a komposztálás menetére. Jövőbeni komposztálást gyorsító mikrobiológiai adalékanyag kialakítása megjelenésének helye: Új Nemzeti Kiválóság Program 2018/2019 Tanulmánykötet. Széchenyi István Egyetem, Győr, 2019.

**Kulcsszavak:** gyógynövény, cellulózbontó baktériumok, extrakciós maradvány, komposztálás

## BEVEZETÉS

A mezőgazdasági melléktermékekre magas lignocellulóz tartalom jellemző, aminek biotranszformációja egy időigényes és bonyolult procedúra (*Jurado et al., 2014*). Éppen ezért ezen, nagy mennyiségben előforduló, a talaj számára is fontos tápanyagot tartalmazó hulladékok kezelése mára már társadalmi kihívássá vált (*Singh és Suthar, 2012*), mivel kezeletlenül alkalmatlanok a közvetlen felhasználásra. Jelenleg a komposztálás tekinthető az egyik legjobb opciónak a szerves, szilárd hulladékok mezőgazdaságban történő alkalmazására (*Ahmad et al., 2007*).

A komposztálandó nyersanyagokban is nagy mennyiségben előforduló cellulóz egy biológiailag megújuló energiaforrás (*Islam és Roy, 2018*), ami sokféle cellulózbontó mikroorganizmus (gombák, baktériumok) számára szolgál szénforrásként. Cellulózbontó gombák közé tartozik többek között a *Trichoderma*, a *Fusarium*, a *Penicillium* és az *Aspergillus* törzsek, míg a főbb cellulózbontó baktérium nemzetségek a *Cellvibrio*, a *Cellfalcicula*, a *Cellulomonas*, a *Cytophaga*, a *Pseudomonas* és a *Bacillus*. Anaerob körülmények között a *Clostridium* genusz fajai képesek a cellulóz bontására (*Krishna és Mohan, 2017*).

Mivel a komposztálási eljárásokat egyre növekvő érdeklődés övezi, az alkalmazott technológiák folyamatosan fejlődnek. Habár a komposztálás egy munka- és időigényes műveletnek számít, ma már számos technológia áll rendelkezésünkre, amik elősegítik a

komposztálási folyamatok gyorsabb lefolyását (*Gabhane et al., 2012*). Ilyen lehetőség a komposztálást gyorsító, segítő mikrobiológiai készítmények alkalmazása is, melyek jelentős mértékben hozzájárulhatnak a komposztálási folyamat gyorsításához illetve a lebomlás mértékének növeléséhez. Ezért kulcsfontosságú jelentőséggel bír a megfelelő és hatékony, komposztálást segítő mikrobatorzsek kiválasztása.

Az extrakciós eljárásokból visszamaradó gyógynövényi hulladékok, különböző bioaktív komponensek potenciális forrásaként, nehezen komposztálható anyagnak számítanak, ugyanis a illóolajkinyerés során a nem illékony összetevők (polifenolok, poliszacharidok, alkaloidok) (*Celano et al., 2017; Slavov et al., 2016*) és az illóolaj komponensek jelentős része, körülbelül 50%-a is visszamarad a desztillált biomasszában (*Vasileva et al., 2018, Zhou et al., 2016*). Éppen ezért vizsgálataim során célom volt annak a meghatározása, hogy nagy tömegű, hagyományosan komposztálható adalékokkal (szarvasmarhatrágya, szalma) eliminálható-e a gyógynövényekből visszamaradó drogok cellulózbontó mikroorganizmusok szaporodására és anyagcseréjére gyakorolt gátló hatása. Mivel a komposztálás normál körülmények között egy igen időigényes folyamat, célom volt még annak a meghatározása is, hogy egy, a forgalomban kapható komposztálást gyorsító, mikrobiológiai készítmény hatással van-e a komposztálás idejére. Az elért kísérleti eredmények, illetve a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján további célul tűztem ki egy saját komposztálást gyorsító mikrobiológiai készítmény kialakítását is, ami hatékonyan alkalmazható magas cellulóztartalmú hulladékok esetében, azonban ehhez elengedhetetlen az adott törzsek (*Cellulomonas*) szaporodási kinetikájának az ismerete.

## **ANYAG ÉS MÓDSZER**

### ***Komposztálás során felhasznált nyersanyagok***

A komposztálandó anyagkeverék extrakcióból visszamaradó növényi maradékokból (60%), szarvasmarhatrágyából (30%) és őszi árpa szalmából (10%) állt. Minden alapanyagot a Kisalföldi Mezőgazdasági ZRt. szolgáltatott. Az EM 1 jelű depóban lévő kísérleti komposzthoz az elővizsgálatok során legjobban teljesítő, komposztálást segítő mikrobiológiai adalékanyagot, az EM 1 mikrobiológiai törzssoldatot kevertem hozzá az *1. táblázatban* megadott mennyiségben.

*1.táblázat: Kialakított depók jelölése, összetétele és az alkalmazott adalék neve*  
*Table 1: The sign and the composition of the composting bins and the name of the used*  
*microbiological inoculant*

Depó jelölése <sup>(1)</sup>	Depókba kerülő anyag összetétele <sup>(2)</sup>	Hozzáadott adalék <sup>(3)</sup>
<b>K (kontroll)</b>	Növényi présmaradvány (360 kg), szarvasmarhatrágya (180 kg), őszi árpa szalma (60 kg) +20 l víz	-
<b>EM 1</b>		EM 1 (0,4 l)

<sup>(1)</sup> Sign of the composting bins

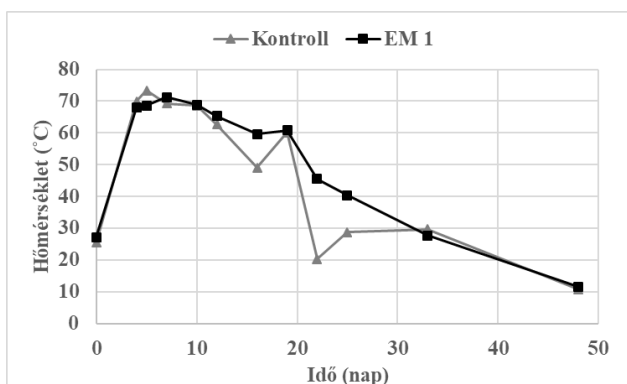
<sup>(2)</sup> Composition of composting bins

<sup>(3)</sup> The used microbiological inoculant

### *A kísérletek beállítása és mintavételi eljárás*

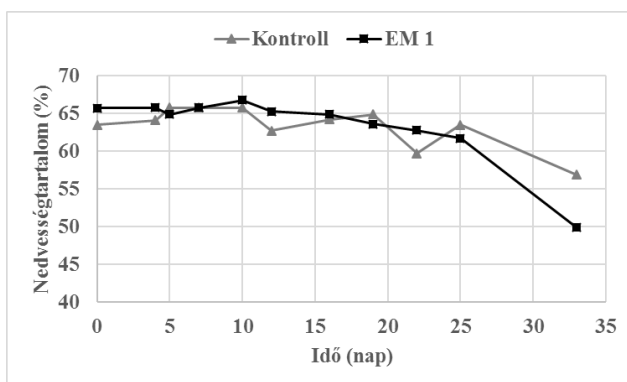
A félüzemi komposztálási kísérletek lebonyolítása a Kisalföldi Mezőgazdasági ZRt. munkatársainak közreműködésével történt Nagyszentjánoson. A komposzt befogadásra kialakított depók oldalpajai raklapokból készültek, magasságuk és hosszúságuk is 1-1 m volt. Alulról és felülről vastag fólia határolta a komposztot, míg oldalról légáteresztő háló burkolatot kaptak a depók. Egy-egy depóba körülbelül 300 kg előre bekevert komposztálandó anyag került. A kontroll depó összetétele makrokomponensek vonatkozásában ugyanaz volt, mint a EM-1 jelűé, de nem tartalmazott komposztálást segítő mikrobiológiai készítményt (*1. táblázat*). A bekevert kiindulási anyag hőmérséklete 34,3-36,5 °C, nedvességtartalma pedig 63,5-65,7 % körüli volt.

2018. október 4. és 2018. november 20. között összesen öt mintavétel történt. Az elvégzendő mikrobiológiai vizsgálatokhoz mintavételi pontokat jelöltem ki a depókban. A 0. napon, az 1., 2. 4. és 7. héten a két komposztból reprezentatív mintákat vettem három mélységből. A mintavétellel egyidőben a komposzthalmok hőmérsékletének és nedvességtartalmának meghatározása is megtörtént, egy pontban, a komposzthalmok középpontjában mérve (*1. és 2. ábra*).



1.ábra: A depók középpontjában mért hőmérséklet változása a vizsgálati időszak alatt

Figure 1: Temperature changes in the centre of the composting material



2.ábra: A depók középpontjában mért nedvességtartalom alakulása a vizsgálati időszak alatt

Figure 2: Moisture content changes in the centre of the composting material

### Mikrobiológiai vizsgálatok

A vett mintákból 10 g-ot Stomacher tasakba bemeztem és 90 ml 0,85%(w/v) steril NaCl oldatot hozzáadva BagMixer 400 (Interscience, Franciaország) típusú laboratóriumi homogenizálóval egyenmősítettem, majd a kívánt mértékig tízszeres hígítási sorozatot készítettem. Az aerob és fakultatív anaerob cellulózbontó mikroorganizmusok számának meghatározása 10 g/L karboxi-metil-cellulózzal (CMC) kiegészített Dubos salts táptalajon (Rajoka és Malik, 1997) történt, lemezöntéses módszerrel, három párhuzamos vizsgálatával. Az inkubáció 30 °C -on 120 óra volt.

**Cellulóz bontó baktériumok szaporodásának vizsgálata**

A további komposztálási kísérletek elvégzéséhez, előzetes irodalmi adatok alapján, komposztokban is előforduló cellulóz bontó baktériumokat választottam ki, melyek a *Cellulomonas* genuszba tartoztak. A kiválasztott törzsek a *C. biazotea* NCAIM B.01385, a *C. fimi* NCAIM B.01386, *C. phragmiteti* NCAIM B.02303 és a *C. flavigena* NCAIM B.01383 voltak. Kísérleteim során a szaporodási kinetika meghatározásához 10 g/L karboxi-metil-cellulózzal kiegészített Dubos salts tápoldatot használtam. A cellulóz bontó törzseket tartalmazó folyékony tápközegeket (150 mL) rázófürdőben (Model 676D, New Brunswick Scientific) tenyésztettem (30°C, 120 rpm). A rázatott kultúrából rendszeres időközönként mintát vettem és lemezöntéses módszerrel meghatároztam a minták élősejtszámát, valamint Spectroquant Pharo 100 spektrofotométer segítségével megmértem a minták optikai denzitását 600 nm-es hullámhosszon. Az élősejtszám meghatározásához szükséges lemezeket WTC-Binder típusú termosztátban 30°C-on inkubáltam, 120 óráig.

**Cellulóz bontó aktivitás vizsgálata**

Cellulóz bontó képesség igazolásának céljából az adott törzseket CMC-t tartalmazó Dubos salts agaron szélesztettem. Az inkubálás 30 °C –on 72 óra volt. Inkubálás után a lemezeket 1%-os (w/v) Kongóvíz oldattal festettem 15 percig, majd a felesleges festék eltávolítását 1 M NaCl oldatos 15 perces átmosással végeztem el (*Liang et al., 2014*). Az elszíneződést mutató törzsek cellulóz bontó potenciálját a cellulóz bontási koefficiens (CDC) meghatározásával adtam meg, ami a bontási zóna és a telep átmérőjének a hányadosa (*Coniglio et al., 2017*).

**Statisztikai értékelés**

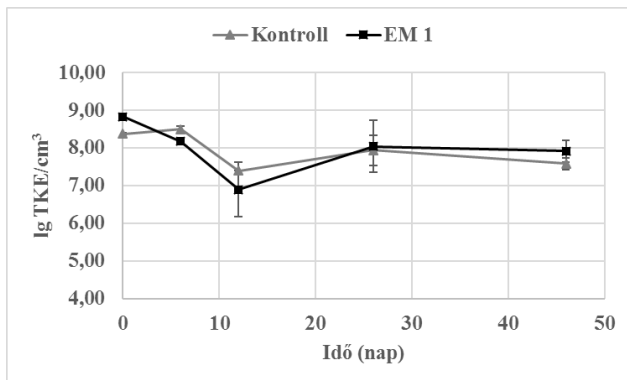
Méréseimet 1 ismétlésben, 3 mintavétellel végeztem el. Az ábrák elkészítéséhez Microsoft Excel 2016-os programot használtam.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### *Mikrobiológiai vizsgálatok eredményei*

Az aerob és fakultatív anaerob cellulózbontó mikroorganizmusok számának alakulását a komposztálási kísérlet ideje alatt a 3. ábra szemlélteti. Ez alapján elmondható, hogy a mezofil cellulózbontó mikroorganizmusok döntő szerepet játszottak a gyógynövényhulladékot tartalmazó komposztálandó anyag átalakítása során, mivel csíraszámuk átlagosan  $10^8$  telepkepző egység szám körül alakult. Aktivitásuk a komposztálás végéig viszonylag egyenletes volt mindkét kísérleti depóban, csak a komposztálás kezdeti időszakában (1-2. hét) volt érzékelhető jelentősebb aktivitás csökkenés, ami a hirtelen hőmérséklet emelkedésnek és a hosszabb termofil szakasznak tudható be (3. ábra).

A legmagasabb cellulózbontó számot az EM 1 jelű depóban mértem a 0- napon, azonban ez a szám az első két hét során közel két nagyságrendnyit csökkent a magas hőmérsékletnek köszönhetően. A 7. héten mindkét komposztminta már csökkenő cellulózbontó aktivitást mutatott, ami arra is utalhat, hogy a komposztálandó anyagban lecsökkent ezen mikroorganizmusok által hasznosítható, szerves komponensek mennyisége. A kapott eredmények alapján, a kontroll és a beoltott komposzt mezofil cellulózbontószámának alakulását nézve, jelentős eltérésről nem számolhatok be.



3.ábra: A kísérleti komposztok aerob és fakultatív anaerob cellulózbontó számának változása

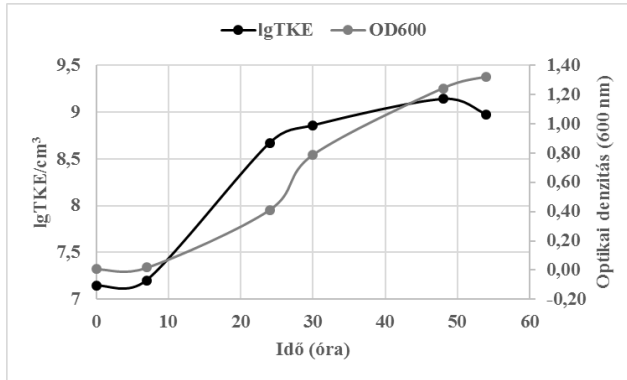
Figure 3: Evolution of total numbers of aerobic cellulolytic microorganisms during the composting of herbal residues



### ***Cellulóz-bontó baktériumok szaporodásának vizsgálata***

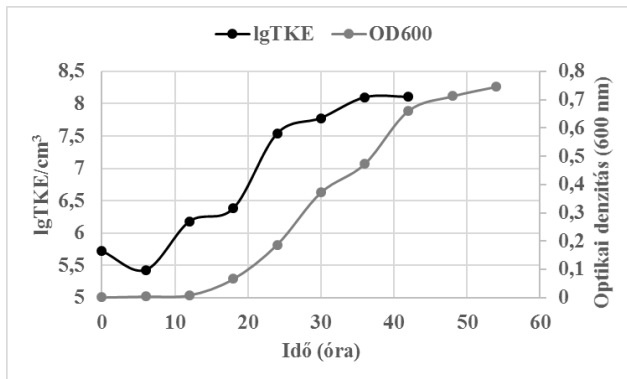
Mivel az előzetes komposztálási kísérleteim során a kereskedelmi forgalomban is kapható, komposzthoz adagolt, komposztálást gyorsító mikrobiológiai készítmény nem gyakorolt jelentős hatást a komposztálási folyamatokra, ezért a kísérletek meggyorsításának érdekében kiválasztottam több cellulóz-bontó mikroorganizmust, melyek részt vehetnek lebontó és komposztálási folyamatokban (Qian et al., 2016; Wei et al., 2018; de Gannes et al., 2013), illetve bizonyos törzsek megtalálhatók más komposztálást gyorsító készítményben is. A tenyésztési vizsgálatok során ezen baktériumok szaporodási kinetikáját vizsgáltam, hogy megállapítsam, a jövőbeni, tervezett gyógynövény-komposztálási kísérletek során mely *Cellulomonas* törzsek gyakorolhatnának pozitív hatást a komposztálás közbeni lebontás dinamikájára és a végtermék minőségére. A vizsgálatok során a szaporodás intenzitását előzetes kalibráció elkészítése után optikai denzitás mérésével is meghatároztam, mivel a sejtszuszpenzió zavarossága vagy optikai denzitása közvetlenül összefügg a sejttömeggel/sejtszámmal. E módszer előnye, hogy könnyen elvégezhető, nem igényel vegyszer és egyéb segédanyag felhasználást, valamint gyors és olcsó, azonban nem tesz különbséget élő és holt sejtek között (Jarvis et al., 2016), kevésbé érzékeny, és csak bizonyos koncentráció intervallumban használható (Gabrielson et al., 2002). Mindazonáltal a hagyományos telepszámláló módszerhez képest a vizsgálati időt jelentősen lecsökkenté, így a kalibrálás elvégzése után, későbbi mérések során az adott *Cellulomonas* törzseket tartalmazó tápoldatok sejtszáma közvetlenül meghatározható lesz.

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a legtöbb vizsgált cellulóz-bontó törzs szakaszos szaporodási görbét mutatott. Ahogy a 4-7. ábrán is látható, a görbe kezdeti lappangó fázisainak hossza között azonban eltérések tapasztalhatók, ugyanis a *Cellulomonas phragmiteti* NCAIM B.02303 törzs egyáltalán nem mutatott lag fázist. A leghosszabb lappangási fázist a *Cellulomonas flavigena* NCAIM B.01383 törzs esetében mértem. A maximális telepképző egységszámot (TKE) *Cellulomonas biazotea*, *Cellulomonas fimi* és *Cellulomonas phragmiteti* törzsek a vizsgálat 42., *Cellulomonas flavigena* pedig 48. órában érte el. A legnagyobb telepképző egységszámot a *Cellulomonas flavigena* esetében mértem a 48. órában ( $10^9$  TKE/cm<sup>3</sup>), azonban a másik három törzs maximális telepképző egység száma is  $10^8$  TKE körül alakult.



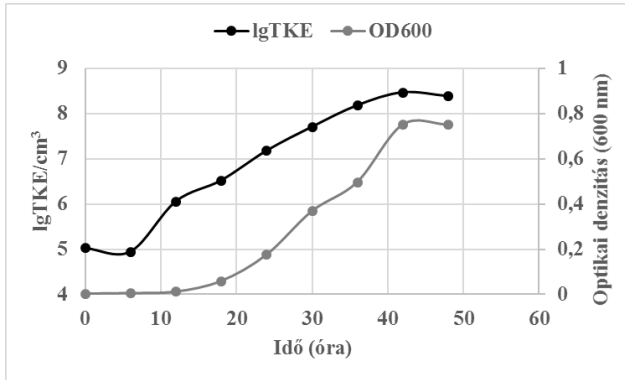
4.ábra: *Cellulomonas flavigena* (NCAIM B.01383) szaporodási görbéje

Figure 4: The growth kinetics of *Cellulomonas flavigena* (NCAIM B.01383)



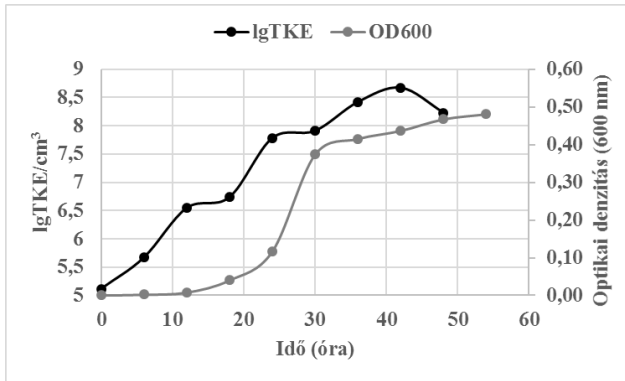
5.ábra: *Cellulomonas biazotea* (NCAIM B.01385) szaporodási görbéje

Figure 5: The growth kinetics of *Cellulomonas biazotea* (NCAIM B.01385)



6.ábra: *Cellulomonas fimi* (NCAIM B.01386) szaporodási görbéje

Figure 6: The growth kinetics of *Cellulomonas fimi* (NCAIM B.01386)



7.ábra: *Cellulomonas. phragmiteti* (NCAIM B.02303) szaporodási görbéje

Figure 7. The growth kinetics of *Cellulomonas. phragmiteti* (NCAIM B.02303)

### Cellulóz bontó aktivitás vizsgálati eredményei

A vizsgált *Cellulomonas* törzsek mindegyike erős cellulóz bontó potenciállal rendelkezett, a telepek körül megjelenő tisztulási zónák megerősítették az extracelluláris celluláz szekrécióját az adott törzsek esetében (Gupta et al., 2012). A telepek körüli tisztulási zóna értéke 25 és 32 mm, míg a cellulóz bontási koefficiens 3,1 és 4,54 között változott. A *Cellulomonas flavigena* NCAIM B.01383 rendelkezett a legnagyobb CDC értékkel, míg a leggyengébb cellulóz bontási aktivitást a *Cellulomonas. phragmiteti* NCAIM B.02303 (CDC=3,1) fejtette ki (2. táblázat).

2.táblázat: *Cellulomonas* törzsek cellulózbontó aktivitása

Table 2: The cellulolytic activity of certain *Cellulomonas* strains

Baktérium <sup>(4)</sup>	CDC <sup>(5)</sup>
<i>Cellulomonas flavigena</i> NCAIM B.01383	4,54
<i>Cellulomonas biazotea</i> NCAIM B.01385	4,17
<i>Cellulomonas fimi</i> NCAIM B.01386	4,33
<i>Cellulomonas. phragmiteti</i> NCAIM B.02303	3,1

<sup>(4)</sup>Bacteria

<sup>(5)</sup> Cellulózbontási koefficiens/ Cellulose Degradation Coefficient

## KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálati eredményeim alapján megállapítható, hogy a komposztálási eljárások alkalmasak a szarvasmarhatrágyával és szalmával kevert, extrahálásból visszamaradt gyógynövény hulladékok hasznosítására. Az előzetes komposztálási kísérletek során kiválasztott, komposztálás gyorsítására szolgáló, kereskedelmi forgalomban lévő mikrobiológiai készítmény (EM 1) az általam vizsgált alapanyagmátrixban nem volt alkalmas a komposztálás hatékonyságának javítására (*Greff et al., 2018*). Ez okból kifolyólag célul tűztem ki egy olyan cellulózbontó mikrobtörzs kiválasztását -mely nagyobb fajlagos szaporodási sebessége miatt- intenzifikálhatja az extrahálásból visszamaradt gyógynövény hulladékok komposztálódásának folyamatát. A nagyszámú vizsgálat egyszerűsítésének érdekében összehasonlítottam a hagyományos lemezőntéses módszer és a fotometriás gyorsmódszer mikrobaszám meghatározás információtartalmát is. A kapott vizsgálati eredmények alapján az alábbi megállapítások tehetők:

Az optikai denzitás mérése révén nagyobb bizonyossággal meghatározhatók a vizsgált *Cellulomonas* törzsek szaporodási fázisai a hagyományos tenyésztéses eljárásokhoz képest (lag fázis, exponenciális és stacioner fázis). Annak ellenére, hogy az optikai denzitás meghatározásánál az élő- és holt sejteket is mérjük, a tenyésztéses módszerekhez képest kisebb eltérésekkel jellemezhetjük a valós mikrobiológiai aktivitást, nemcsak a görbék meggyőzőbb „simább” futása-, hanem a mért időszakban a pusztulási sebesség még minimális volta miatt is. A szaporodási- és az optikai denzitás görbék korrelációjának ismeretében a további sejtszám-meghatározási és gátlóanyag

vizsgálatok idő-, munka- és anyagigénye jelentősen lecsökken ezen törzsek tekintetében.

A vizsgált *Cellulomonas* törzsek, szaporodási képességeik és cellulózbontó aktivitásuk alapján, alkalmasnak bizonyulhatnak egy komposztálást segítő mikrobiológiai adalékanyag elkészítéséhez. Azonban egy hatékony készítmény kialakításához még szükséges további mezofil és termofil baktériumtörzsek szaporodási kinetikájának, illetve ezen baktériumok gyógynövényfeldolgozási hulladékokban visszamaradó illékony és nem illékony komponensek különböző koncentrációira adott válaszreakciónak az ismerete is.

## THE COMPOSTING OF HERBAL RESIDUES FROM EXTRACTION

BABETT GREFF - ERIKA HANCZNÉ LAKATOS - JENŐ SZIGETI

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences

Mosonmagyaróvár

### ABSTRACT

In the present work, in association with Kisalföldi Mezőgazdasági ZRt. I carried out pilot-scale composting from wastes of some herbal residues with the addition of cow manure, straw and composting accelerator throughout two month. At the beginning of the experiment the control was made of herbal residues, straw and cow dung only, while compost accelerator was added to the composts in the other bin. During the two months temperature and moisture content were measured and representative samples were microbiologically characterized by the enumeration of aerob cellulolytic microorganisms. The results highlighted that the used macro components (straw and cow dung) in adequate proportions can lower the antimicrobial properties of herbal residues. Furthermore, I have found that the used microbiological inoculant had no significant beneficial effect on composting process. In order to develop a new microbiological inoculant, growth kinetics and cellulose degrading ability of certain cellulolytic bacterias were also examined.

**Keywords:** herbs, cellulose degrading bacterias, herbal residues, compost

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3 Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

## IRODALOM

*Ahmad, R. - Jilani, G. - Arshad, M. - Zahir, Z. A. - Khalid, A.* (2007): Bio-conversion of organic wastes for their recycling in agriculture: an overview of perspectives and prospects, in *Annals of Microbiology*, Volume 57, Issue 4 pp. 471-479.

*Celano, R.- Piccinelli, A. L.- Pagano, I. - Roscigno, G.- Campone, L.- De Falco, E.- Russo, M.- Rastrelli, L.* (2017): Oil distillation wastewaters from aromatic herbs as new natural source of antioxidant compounds, in *Food Research International*, Volume 99, pp. 298–307.

*Coniglio, R. O.- Fonseca, M. I.- Villalba, L. L.- Zapata, P. D.* (2017): Screening of new secretory cellulases from different supernatants of white rot fungi from Misiones, Argentina, in *Mycology*, Volume 8, Issue 1 pp. 1-10.

*de Gannes, V. - Eudoxie, G. - Hickey, W. J.* (2013): Prokaryotic successions and diversity in composts as revealed by 454-pyrosequencing, in *Bioresource Technology*, Volume 133, pp. 573-580.

*Gabhane, J. – William, SPM. P. - Bidyadhar, R. - Bhilawe, P. - Anand, D. - Vaidya, A. N. - Wate, S. R.* (2012): Additives aided composting of green waste: Effects on organic matter degradation, compost maturity, and quality of the finished compost, in *Bioresource Technology*, Volume 114, pp. 382-388.

*Gabrielson, J. - Hart, M. - Jarelöv, A. - Kühn, I. - Mckenzie, D. - Möllby, R.* (2002): Evaluation of redox indicators and the use of digital scanners and spectrophotometer for quantification of microbial growth in microplates, in *Journal of Microbiological Methods*, Volume 50, Issue 1 pp. 63-73.

*Greff B. – Varga Á. – Hanczné Lakatos E.* (2018): Gyógynövények hatóanyagainak kinyerése után visszamaradt extrakciós maradványok komposztálhatóságának vizsgálata, in: Szalka, Éva (szerk.) XXXVII. Óvári Tudományos Napok, 2018. november 9-10. : Fenntartható agrárium és környezet, az Óvári Akadémia 200 éve - múlt, jelen, jövő, Mosonmagyaróvár, pp. 214-223.

- Gupta, P.- Samant, K.- Sahu, A. (2012): Isolation of Cellulose-Degrading Bacteria and Determination of Their Cellulolytic Potential, in International Journal of Microbiology, Volume 2012, doi:10.1155/2012/578925
- Islam, F.- Roy, N. (2018): Screening, purification and characterization of cellulase from cellulase producing bacteria in molasses, in BMC Research Notes, Volume 11, <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3558-4>
- Jarvis, N. A. - O'Bryan, C. A. - Ricke, S. C. - Johnson, M. G. - Crandall, P. G. (2016): A review of minimal and defined media for growth of *Listeria monocytogenes*, in Food Control, Volume 66, pp. 256-269.
- Jurado, M. M.- Suárez-Estrella, F. - Vargas-García, M. C. - López, M. J. - López-González, J. A. - Moreno, J. (2014): Increasing native microbiota in lignocellulosic waste composting: Effects on process efficiency and final product maturity, in Process Biochemistry, Volume 49, Issue 11 pp. 1958-1969.
- Krishna, M. P. - Mohan, M. (2017): Litter decomposition in forest ecosystems: a review, in Energy, Ecology and Environment, Volume 2, Issue 4 pp. 236–249.
- Liang, Y.- Zhang, Z.- Wu, M.- Wu, Y.- Feng, J. (2014): Isolation, Screening, and Identification of Cellulolytic Bacteria from Natural Reserves in the Subtropical Region of China and Optimization of Cellulase Production by *Paenibacillus terrae* ME27-1, in BioMed Research International, Volume 2014, doi:10.1155/2014/512497
- Qian, X. - Sun, W. - Gu, J. - Wang, X.- Zhang, Y. - Duan, M.-Li Li, H.- Zhang, R. (2016): Reducing antibiotic resistance genes, integrons, and pathogens in dairy manure by continuous thermophilic composting, in Bioresource Technology, Volume 220, pp. 425–432.
- Rajoka, M. I. - Malik, K. A. (1997): Cellulase production by *Cellulomonas biazotea* cultured in media containing different cellulosic substrates, in Bioresource Technology, Volume 59, Issue 1 pp 21-27.
- Singh, D. – Suthar, S. (2012): Vermicomposting of herbal pharmaceutical industry waste: Earthworm growth, plant-available nutrient and microbial quality of end materials, in Bioresource Technology, Volume 112, pp. 179-185.
- Slavov, A. - Panchev, I. - Kovacheva, D. - Vasileva, I. (2016): Physico-chemical characterization of water-soluble pectic extracts from *Rosa damascena*, *Calendula officinalis* and *Matricaria chamomilla* wastes, in Food Hydrocolloids, Volume 61, pp. 469-476.

Vasileva, I. - Denkova, R. - Chochkov, R. - Teneva, D. - Denkova, Z. - Dessev, T. - Denev, P.- Slavov, A. (2018): Effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) and melissa (*Melissa Officinalis*) waste on quality and shelf life of bread, in Food Chemistry, Volume 253, pp. 13–21.

Wei, H. - Wang, L. - Hassan, M. - Xie, B. (2018): Succession of the functional microbial communities and the metabolic functions in maize straw composting process, in Bioresource Technology, Volume 256, pp. 333–341.

Zhou, Y. - Selvam, A. - Wong, J. W. C. (2016): Effect of Chinese medicinal herbal residues on microbial community succession and anti-pathogenic properties during co-composting with food waste, in Bioresource Technology, Volume 217, pp. 190-199.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

Greff Babett: greff.babett@sze.hu

Hanczné Dr. Lakatos Erika: lakatos.erika@sze.hu

Prof. Dr. Szigeti Jenő: szigeti.jeno@sze.hu





## KUKORICA TERMÉSBECSLÉS

PAP NÁRCISZ – PAP JÁNOS – SCHMIDT REZSŐ

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Növénytudományi Tanszék

Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az állapotminősítés és termésbecslés - az egész évi "nyomon követés"-, az egyes terméselemek termésre gyakorolt hatásának elemzése alapvetően fontos, a termesztő ne csak a végső produkcóra figyeljen, hanem az azokat befolyásoló tényezőkre is. A kukorica esetében is meghatározó tényező a szántóföldi kelés. Ez az érték nagyban eltérhet és a gyakorlatban el is tér a laboratóriumi csírázási százaléktól. A tőszám csökkenést a nagyobb tenyészterületen lévő növény nem tudja több terméssel kompenzálni. Megfigyeléseink szerint a nagyobb tenyészterület nem növeli a növényenkénti hozamot. A kukorica szemtermését a növényszám, csőszám, a cső hossza- és átmérője, valamint az ezermagtömeg határozza meg. Az optimális termés feltétele, a terméselemek harmonikus együttléte. A vizsgálati eredmények szerint a szemtömeg és a cső hossza között nagyon laza az összefüggés, míg a cső tömeg és a szemtömeg között szoros és szignifikáns az összefüggés.

### BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A termésbecslés, terméselemzés a technológiai elemek közül kiemelkedő szereppel bír (*Pap 2007*). A termésbecslés szükségességét támasztja alá az FVM rendelete az állapotminősítésről és a termésbecslésről, (109/2007. (IX.28) számú rendelet). Szervezési szempontból fontos a várható termés ismerete, jóval a betakarítás előtt. A szubjektív termésbecslés megbízhatóságát elsősorban a becslést végző személy

gyakorlata, tapasztalata biztosítja (*Simon 1985*). A termést több, úgynevezett vegetációs elem befolyásolja a növény fejlődésén keresztül, (*Simon 1974*). A vegetációs elemek meghatározása minden évben szükséges, mivel csak így juthatunk használható és pontos alapadatokhoz (*Pap et.al. 2009/c*). A szántóföldi kelés, döntő jelentőséggel bír a várható termésre, (*Pap et.al 2011*). A szántóföldi kelés értékét egzakt módon az évenkénti állapotminősítés és termésbecslés során állapíthatjuk meg (*Pap et.al 2009/c*). A termésbecslés szubjektív és objektív módon végezhető (*Simon 1974*). Alapvető a termés-előrejelzés pontossága és az, hogy időben álljon rendelkezésre. A légi és műholdas elemzés lehetősége is fennáll (*Nátr 1985*). Több szerző, az egyes növényeknél a termésképletek mérete vagy tömege alapján állapítja meg a várható termést, amely a kukorica esetében is lehetséges. A csövek hossza és a várható szemtermés nem alkalmas a pontos becslésre, míg a cső tömege és a várható szemtermés között szoros az összefüggés (*Pap et.al. 2013*). A kukoricánál mind az előzetes mind a végleges számszerű termésbecslésnél alkalmazhatjuk a cső száma és a mérete szerinti becslést. Feltétele a módszernek, hogy a csövek elérjék végleges hosszúságukat, és megfelelő táblázat álljon rendelkezésre az egyes fajtákhoz, hibridekhez. A termésbecslés sarokpontja a megfelelő reprezentáció, vagyis a mintatermek hű képet adjanak az egész tábláról (*Pásztor 1981*). Nem túl nagy tőszám esetén a kukorica még 20%-os tőszám kiesést is pótolni tud az ezerszemtömeg növekedésével (*Menyhért 1979*). A termésbecslés során alapelv, hogy minél több adatot vételezzünk fel – még akkor is, ha rendelkezésre állnak táblázatok – mivel az egyes évjáratok, de még az adott termőhely és termesztéstechnológia is jelentősen módosíthatja az átlagnak számító táblázati értékeket (*Pap 2009. b*).

## **ANYAG ÉS MÓDSZER**

A termésbecslést a Tangazdaság tábláin végeztük el. A nyomvonalak mentén, 30 illetve 24 mintát vettünk. A tavaszi – első – állapotminősítés és a számszerű felvételezés során megállapítottuk 5 folyóméteren a növények számát, illetve 5 – 5 növényen részletes elemzést is végeztünk úgy, mint a vetés mélysége, a növény hossza és a levelek száma. A mintatér környékén átfogó állapotminősítést felvételeztünk, melynek során néztük a növények színét, fejlettségét, kórokozókat-kártevőket, a talaj kultúr állapotát.

A betakarítás előtt 4 nappal, 5 folyóméterről betakarítottuk a növényeket. Lemértük a csöves termést és a vegetatív részek tömegét is. A minta teljes feldolgozása növényenként és csövenként történt. Megállapítottuk a csövek hosszát és átmérőjét a cső – és szem tömegét. 5 – 5 csövön számszámolást és tömegmérést végeztünk az ezerszemtömeg megállapítása érdekében. Mintaterenként a szemtermés nedvességtartalmát is meghatároztuk.

A kapott adatokat *Sváb* (1981) szerint regresszióanalízissel értékeltük.

## EREDMÉNYEK

A tavaszi állapotminősítés fő mutatója a szántóföldi kelés. A vetett 76 000 illetve 74 000 db/ha magból, átlagosan 77,5 % illetve 82,6 % a szántóföldi kelés, amely jelentősen elmarad a laboratóriumi csírázás adataitól – nagy szórással – a legalacsonyabb – 52,1 % - és a legnagyobb 95,4 % érték között volt, *1. táblázat*.

Tavasszal mind a két évben a növények halványzöldek, közepes fejlettségűek, kórokozóktól és kártevőktől mentesek. A tőtávolság (21 – 22 cm-es átlaghoz képest) nagyon szélsőséges (1 – 93 cm), a CV érték magas, leggyakoribb tőtávolság 19 – 21cm. A hektáronkénti növényszám 60 000 körül alakult, de a CV értéke nagy szórást mutat (39 000 – 70 500 db/ha). Az átlagos vetésmélység, 5,4 illetve 6,8 cm, leggyakoribb az 5 és 6 cm. A növények fejlettségét szemlélteti a levelek száma és a növények hossza. Az átlagos levélszám 8,2 és 8,6 db, a CV érték nagy szóródást mutat. A növénymagasság 22 cm körüli, 8 és 39 cm között értékekkel, a leggyakoribb növénymagasság 24 és 26 cm.

A betakarítás előtt végzett termésbecslés adatait a *2. táblázat* tartalmazza. A hektáronkénti növényszám 2012. évben 56 880 db/ha, míg 2013 – ban 61 052 db/ha, ami a tervezett kb. 70 000 db betakarításkori növényszámhoz képest 18,7 % illetve 12,8 % - kal kevesebb. A kipsztulás nem számottevő a 3,3 illetve 0,5 százalék.

## 1.táblázat: Kukorica tavaszi állapotminősítése

Table 1: Spring stand evaluation of maize

2012. év						
n =	Szántóföldi	Tőtávolság	Növény	Vetésmélység	Levél	Magasság
724	kelés %	(cm)	(ezerdb/ha)	(cm)	szám db	(cm)
min.	52,1	1,0	39,621	3,0	3,0	8,0
max.	89,5	93,0	68,013	7,0	10,0	39,0
átlag	77,5	22,5	58,903	5,4	8,19	22,2
CV %	10,3	43,6	10,26	13,2	22,3	34,0
2013. év						
n =	Szántóföldi	Tőtávolság	Növény	Vetésmélység	Levél	Magasság
595	kelés %	(cm)	(ezerdb/ha)	(cm)	szám db	(cm)
min.	73,4	2	54,294	5,2	7,4	16,6
max.	95,6	66	70,588	7,6	9,4	31,8
átlag	82,6	21,4	61,091	6,8	8,6	22,6
CV %	6,1	31,9	6,1	12,4	24,7	20,9

Forrás: Saját adatok

Az elvetett magmennyiséghez képest a növényszám csökkenés 17,4% illetve 22,5 %. Ez előre vetíti a termés csökkenést is, ha figyelembe vesszük, hogy a nagyobb tenyésztület nem jár együtt több növényenkénti terméssel, 1. ábra. A tenyésztület mérete és a növényenkénti termés között nincs matematikailag igazolt összefüggés.

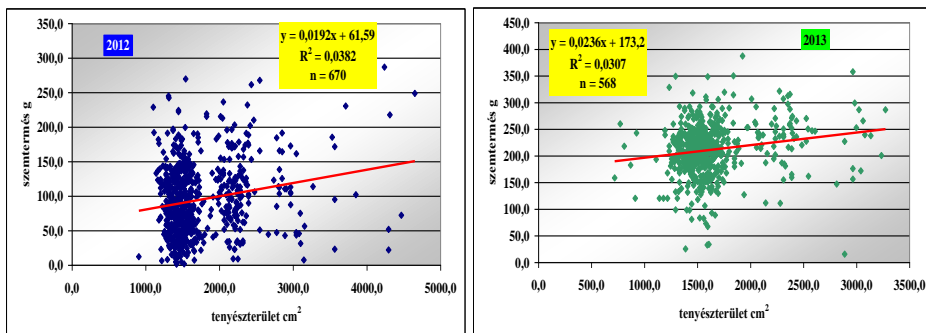
## 2. táblázat: Kukorica betakarítási adatai

Table 2: Harvest data of maize

2012. év					
Vizsgált mutató	Mintaszám = n	Min.	Max.	Átlag	CV%
Növény db/ha	30	39 621	68 013	56 880	12,3
Tenyészterület cm <sup>2</sup>	670	906	4650	1734	30,3
Tőtávolság cm	700	1	93	23,3	47,5
Szemtermés g 1 cső (14% víz)	763	1,6	236,5	83,4	58,3
Cső hossza cm	763	4,5	24	13,1	25,3
Termés t/ha	30	1,8	10,4	5,49	30,7
Szemtermés víztartalma %	30	16,1	31,2	21,0	18,9
Ezermagtömeg	150	125,3	422,3	288,9	20,6
Kipusztulás %	30	0,0	23,8	3,31	184
2013. év					
Vizsgált mutató	Mintaszám = n	Min.	Max.	Átlag	CV%
Növény db/ha	24	54294	69659	61052	5,9
Tenyészterület cm <sup>2</sup>	571	717,3	3272,5	1643,6	22,2
Tőtávolság cm	595	2	66	21,4	31,9
Szemtermés g 1 cső (14% víz)	769	1,87	292,6	156,6	46,9
Cső hossza cm	772	4	21	16,2	23,5
Termés t/ha	24	8,23	15,9	12,9	12,3
Szemtermés víztartalma %	24	1,92	28,9	24,1	12
Ezermagtömeg	120	164	754	363,5	19,6
Kipusztulás %	24	0	4,17	0,5	0,2

Forrás: Saját adatok

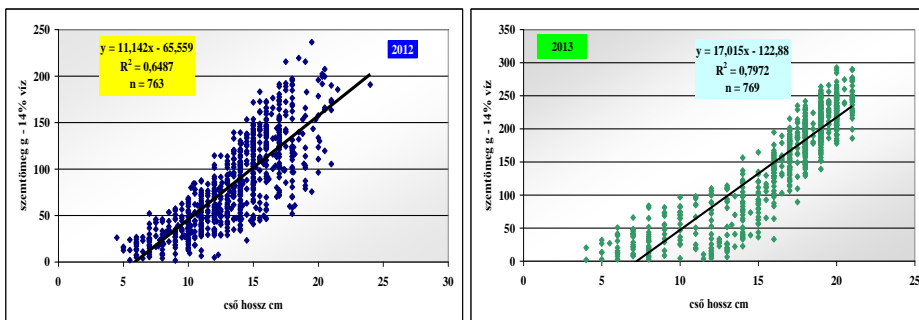
A betakarításkori tőtávolság azonos a tavaszi felvételezés adataival. Egy - egy növény szemterméstömege – 14 % nedvességtartalomnál – nagyon széles skálán mozgott. 2012. évben mértünk 1,6 g illetve 236,5 g szemtermést, az átlag 83,4 g, míg 2013 – ban hasonló szélsőértékek mellett az átlagos tömeg egy csövön 156,6 g volt, ami már részben magyarázza a több mint kétszeres termést az egymást követő években.



1. ábra: A növényenkénti szemtermés alakulása a tenyészterület függvényében, 2012.és 2013.évben

Figure 1: Individual yield of plants as a function of the growing area in the years of 2012 and 2013

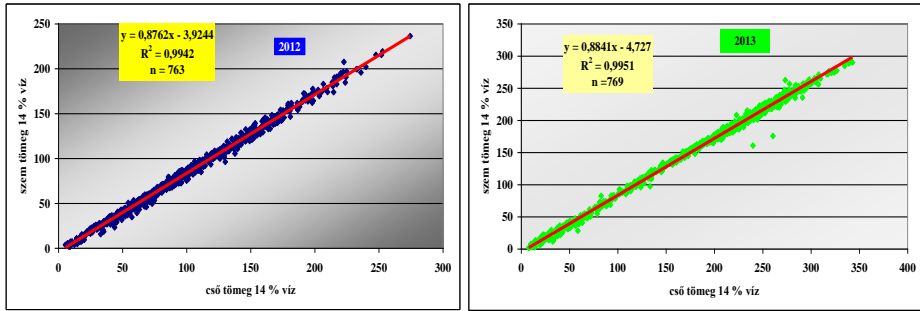
A mintatereken a termés 2012 –ben 5,49 t/ha, míg 2013 – ban 12,9 t/ha. A kukorica csőtermés elemzése rámutat arra, hogy a csőhossz jelentős szórása következtében nem alkalmas a várható termés megállapítására, továbbá a közel azonos csőhossz mellett a két évben jelentős különbség van az átlagtermésben, 2. ábra.



2. ábra: A kukorica szemtermése a csőhosszúság függvényében 2012. és 2013. évben  
Figure 2: The yield of maize as a function of ear length in the years of 2012 and 2013

A csövek tömege szignifikáns és nagyon szoros összefüggést mutat a tényleges szemterméssel, ezért a pontos terméstartalom megállapításához jól használható. (3.ábra) Az összefüggés igaz az eredeti nedvességű cső és szem összefüggésére és a 14 % nedvességtartalmú cső szem vonatkozásában is. Az összes csőtömeg ismeretében, ha

lemértünk 5-10 csövet, és azt elemezzük akkor nagy pontossággal megállapítható a mintatér várható termése. Ezzel a munka jelentősen meggyorsítható és a becslés pontossága nem szenved csorbát. A kukorica víztartalma a betakarításkor jelentős különbségeket mutatott a mintaterek között, átlagban 21 és 24 % volt.



3. ábra: A kukorica szemtermése a csőtömeg függvényében 2012. és 2013. évben  
Figure 3: The yield of maize as a function of ear mass in the years of 2012 and 2013

## KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A gyenge szántóföldi kelés előre jelezte a várható alacsony termést. A növények fejlettsége gyenge, színük halványzöld, kiegyenlítetlen volt. Az átlagos tőtávolság 22,5 és 21,4 cm, nagyobb, mint a vetéskori magtávolság. A 70 000 db/ha növényszám helyett 59 140 db illetve 61 091 db növény volt egy hektáron. Nagy a szórás a vetésmélységben, ami kedvezőtlenül hat a növényfejlődésére.

A kisebb növényszám okozta a terméscsökkenését és annak jelentős ingadozását, a tenyészterület megnövekedése nem eredményezett nagyobb növényenkénti termést. A tenyészterület és a növényenkénti hozam között nincs matematikailag igazolható összefüggés.

A cső tömege és a várható szemtermés között az összefüggés 99,4 %, ez a paraméter jól és pontosan alkalmazható a termés megállapítására.

A 2012 és 2013. év alátámasztja, hogy évente szükséges elvégezni az állapotminősítést és a termésbecslést, mert az évjárat miatt jelentős eltérések adódhatnak.

## **STAGE QUALIFICATION AND YIELD ESTIMATION IN CORN**

NÁRCISZ PAP – JÁNOS PAP – REZSŐ SCHMIDT

Széchenyi István University  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár

### **SUMMARY**

The–evaluation of plant stand and yield estimation – a kind of “follow-up” for the whole year –, the analysis of the effect of each element affecting the yield is a basic requirement for the grower not only to pay attention to the final production, but also to the factors influencing them. Field emergence is a major influencing factor in corn production as well. This value may vary widely, and in practice it does deviate from the percentage of laboratory germination. The decrease in plant number can not be compensated by the greater yield on a larger breeding-area. Based on our observations, a larger breeding area does not result in a higher yield per plant. The grain yield of corn is determined by plant number, cob number, length and diameter of the cob, and the mass of thousand grains. The precondition of an optimal yield is the harmonious combination of yield elements. According to the results of the study, the relationship between the grain mass and cob length is very weak, while cob mass and grain mass are closely and significantly related.

### **KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.



**IRODALOMJEGYZÉK**

109/2007.(IX. 28.) FVM rendelet

*Menyhért, Z.* (1979) Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

*Nátr, L.* (1985) A növénytermesztés elméleti és gyakorlati fejlesztésének új irányai. In: *Jiri, P. – Vladimir, C. – Ladislav, H.* (szerk) A főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

*Pap, J.:* 2007. A termésbecslés szerepe és jelentősége. IKR Magazin 2007 Nyár

*Pap, J–Pap, V.–Pap, N.–Tuller, P.:* (2009. a.) A szántóföldi kelés jelentősége. Mezőgazdaság és a vidék jövőképe. Mosonmagyaróvár. Konferencia kiadvány I. kötet. 196-203.

*Pap, J – Pap, V. – Pap, N. – Tuller, P.:* (2009. b.) A termésbecslés értékelése. Mezőgazdaság és a vidék jövőképe. Mosonmagyaróvár. Konferencia kiadvány II. kötet. 255-264.

*Pap, J – Petróczki, F. – Pap, V. – Gergely, I.* (2009. c.) A termésbecslés jelentősége. V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Akadémiai Kiadó. 173-176

*Pap, J. – Pap, N. – Földesi-Pap, V.* (2011) A szántóföldi kelés szerepe a borsótermesztésben. Erdei Ferenc VI. Tudományos Konferencia. Kecskemét. I. Kötet. 462-466.

*Pap, N. – Pap, J.* (2013) A termésbecslés szerepe a kukorica–*Zea mays* L.–precíziós termesztésében. Gazdálkodás és menedzsment Tudományos Konferencia. Kecskemét.

*Pásztor, K.* (1981) Kukorica. In: *Kováts, A* Növénytermesztési praktikum. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

*Simon, B.* (1974) Termésbecslés módszerei Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

*Simon, B.* (1985) Termésbecslés, - biztosítás, kárbecslés. In: *Menyhért* (szerk.) A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

*Sváb, J.* (1981) Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó.

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

Pap Nárcisz- Pap János- Schmidt Rezső

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

E-mail: narciszpap@gmail.com, pap.janos@sze.hu, schmidt.rezso@sze.hu



## EGY LEFEJTETT BAUXITLENCSÉ FLÓRÁJA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ORCHIDEA FAJOKRA

KÖNNYID ISTVÁN<sup>1</sup> – SZABÓ PÉTER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Quintherm Hungary Kft., Abda

<sup>2</sup> Széchenyi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEGFOGLALÁS

A Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Botanikai Kutatócsoportja több alkalommal kereste fel a Nyirád melletti darvastói bauxitbányát. Több mint 40 éve bezárt rekultiválatlan bányameddőt a növényzet folyamatosan foglalja vissza. Az első botanikai bejárás során a gödrökben 4 orchidea fajt találtunk, kis egyedszámmal. Második alkalommal újabb orchidea fajjal bővült a lista mégpedig a *Orchis purpurea* – val. A 2018 – s év azonban nem várt eredményt hozott. Újabb három faj a *Platanthera bifolia*, az *Epipactis microphylla* és az *Ophrys sphegodes* telepedett meg a bányameddőn. Ebben az évben egyedszámlálásra is sor került. A *Listera ovata* szinte a teljes területen robbanásszerűen elszaporodott. A korábban felvételezett két kb. 50 - 50 egyedre alkotó telep több mint 500 egyedre növekedett.

**Kulcsszavak:** bauxitbánya, Darvastó, orchidea

### BEVEZETÉS

A darvastói bauxitlencsék - a Déli-Bakony északi előterében, a Tapolcai-medence és a Bakonyalja között elterülő - nyirádi bauxitterülethez tartoznak. Maga a vidék alig kiemelkedő fennsík; tengerszint fölötti átlagmagassága kevéssel haladja meg a 200 métert. A Bauxitlencse Darvas-tó, földtani természeti értékünk a Dunántúli-középhegységre jellemző bauxitképződés nyomait őrzi.

A Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Botanikai Kutatócsoportja szervezésében 2018. május hónapban ismét sor került a darvastói bauxitbánya meddőjének botanikai feltérképezésére. Ezúton szeretnénk köszönetet mondani Tamás Júliának a Magyar Természettudományi Múzeum botanikusának a hathatós segítségért.

Magyarországon meghatározó ipari tényező volt a XX. században a bauxit bányászat. Jelenleg már nincs működő bauxitbánya. Az 1960-ban megnyitott darvastói bauxitbányát a hetvenes évek közepén zárták be. A Darvastói Formációnak nevezett geológiai képződmény miatt a területet természetvédelmi oltalom alá helyezték 1971-ben. A bánya bezárását követően a formáció megőrzése érdekében rekultiválásra nem kerül sor. A természetvédelmi terület jelenleg a Balaton-felvidéki Nemzeti Park gondozásában van. Dunántúli középhegységre jellemző kőzetalkotója a mészkő és a dolomit. Az évi középhőmérséklet 10 C°, az éves csapadék mennyiség 600-700 mm. Felszíni vizekben szegény terület, a csapadék a repedéseken, víznyelőkön keresztül gyorsan eltűnik.



*1.kép: Darvastói meddő. (fotó: Könnnyid István )*

*1. Figure: Barren of Lake Darvas (photo: István Könnnyid)*

## ANYAG ÉS MÓDSZER, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A csoport első alkalommal 2016 – ban kutatta a területet, majd 2017-ben több alkalommal is történt bejárás. A bánya meddőn található orchideák fajösszetételét 2016. májusában határoztuk meg először, majd 2017-ben újabb eredmények születtek. A 2018-as felvételezéskor már nem csak a fajok meghatározására, hanem egyedszámlálásra is sor került. A terepi felmérést a szerzők közös kiszállás keretében végezték.

A fajok meghatározásában *Simon (1992)* határozója alapján dolgoztunk. A magyar növénynevek megadásánál *Priszter (1998)* könyvét vettük alapul.

Orchideák a növényvilág leggazdagabb családja. A fajok száma 25.000 körül alakul. Még a mai napig bővül ez a szám újabb fajok azonosításával. A sarkvidékek és a sivatagok kivételével mindenhol jelen van. Legnagyobb mennyiségben Dél-, Délkelet Ázsiában, Amerika trópusi erdeiben található. Élő lágyszárú, terrestris, epifiton vagy lián (*Vanilla*) növények. A mérsékelt övi orchideák mind talajlakók.

A hazánkban élő orchideák gyökerei vastagok, kevés gyökérszőrrel ellátottak. A gyökér külső részét gombafonalak hálózják be. Gyakran tárolnak gyökérgumóikban tartalék tápanyagot. Ezeket a gumókat hívják anya és leánygumónak, az első amiből a növény az ez évi tápanyagot tárolta kicsi és barna, míg a második a következő évre való tápanyagtól duzzadt és fehér. A különleges alakú kettős gumóból származik a növény neve is: orchis – here.

Leveleik osztatlanok, gyakran szárölelők vagy ülők, levélnyelük hiányzik. A szaprofiton kosborféléknek erősen redukálódott pikkelylevelük van. A kosborok egyszikűek, viráguk jellegzetes, 6 tagból áll, ebből 3 alkotja az általában sisakká módosult lepellevelet, a másik 3 pedig a mézajkat. Ez a virágtípus szintén a kosborok egyik fő sajátossága, lehet sarkantyús (kétlevelű sarkvirág) papucsszerű (Boldogasszony papucs) rovarutánzó (Bangó nemzetség) Toktermésükben rengeteg apró (akár több mint 100 000) mag fejlődik, terjedésüket a szél segíti. Ezek nem tartalmaznak tartalék tápanyagot, a növény fejlődése akkor kezdődik meg, ha létrejön a mikorrhizás kapcsolat egy szimbióta gombával.

Magyarországon az orchidea fajokat 22 genusba sorolják. Az Új magyar fűvészkönyv (*Király Gergely, szerk. 2009*) 65 fajt ismertet. Időközben új fajok is megjelentek Magyarországon, így a Magyarország orchideáinak atlasza (*Molnár 2011*,) már 69 fajt

tartalmaz. Annyit mondhatunk biztosan csak, hogy napjainkban közel 70 faj fordul elő az országban. Van olyan faj (*Ophrys bertolonii*) amelyet csak egyetlen egy évben, 2010-ben észleltek. Minden faj, alfaj és hibrid védett, vagy fokozottan védett.

Az orchideák szépsége, változatossága mindig is nagy rajongást váltott ki. Hazai rajongók között találjuk gróf Forgách Ferencet, aki Magyarországra az első trópusi, szubtrópusi fajokat 1820-ban hozatta birtokára. Széchenyi Istvánnak is volt pár csónakorchideája (*Cymbidium*). Gróf Eszterházy Miklós - akinek képgyűjteménye alapozta meg a Szépművészeti Múzeumot - vásárolta meg Mainau szigetét, ahol orchideákat gyűjtött. A virágszigeten ma 3000 orchidea faj látható. Soó Rezső (1903-1980) botanikus is a kosborfélék szerelmese volt. Az 1928-ban Lipcsében német nyelven megjelentetett Európa és Délnyugat-Ázsia orchideáinak kritikai feldolgozása című munkájával kivívta magának az "orchidea-pápa" nevet.

Az Egyesült Államokban a Harvard Egyetemen dolgozó, magyar származású Leslie A. Garay - aki egykor Horvát Adolf Olivér O. Cist pécsi botanikus tanítványa volt - az Andok-hegységben felfedezett orchidea nemzetséget, amelynek egyetlen jelenleg ismert faja van, tanáráról *Horvatia andicola* Garay –nak nevezte el.

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A darvastói bauxitlencse flórájának fajlistáját korábbi publikációnkban már közöltük (*Könnnyid et al. 2017*). A 2018. évi bejárás során az orchideákon felül rögzített új fajok közlésére későbbi publikációban kerül sor.

Az első alkalom során 2016-ban mindössze négy orchidea fajt találtunk *Orchis morio*, *Cephalanthera damasonium*, *Cephalanthera longifolia*, *Listera ovata*. Egyed számlálást ekkor nem végeztünk, mivel a *Listera ovata* kivételével csak pár darabot láttunk elszórtan a területen. A *Listera ovata* viszont egy telepben helyezkedett el mintegy 50 tővel. Talán nem volt meglepő, hiszen Barina Zoltán is írt már felhagyott homokbányákban megtelepedő orchidea fajokról (*Barina 2000*). Második alkalommal 2017-ben egy újabb orchidea faj *Orchis purpurea* került beazonosításra 5 tővel. Szembetűnő volt, hogy a *Listera ovata*-ból szintén 50 tő körüli második telep alakult ki az elsőtől mintegy 30 méter távolságra. A 2018. májusi terepmunka nem várt eredményt hozott. 3 újabb faj gyarapította a korábbi listát. Megjelent a meddón a *Platanthera bifolia*, az *Epipactis microphylla* és az *Ophrys sphegodes*. Ebben az évben már

egyedszámlálást is végeztünk, amely szintén meglepetést eredményezett. *Cephalanthera damasonium* 12 tő, *Cephalanthera longifolia* 15 tő, *Orchis morio* 9 tő, *Orchis purpurea* 31 tő, *Platanthera bifolia* 9 tő, *Epipactis microphylla* 4 tő, *Ophrys sphegodes* 1 tő. A *Listera ovata* azonban nem várt mértékben elszaporodott. Több mint 500 egyedet számoltunk meg. Azonban ez nem a teljes állomány, mivel több olyan hely is volt, ahol nem lehetett felmérni a pontos darabszámot a terület megközelíthetlensége miatt.

Egy-egy orchidea faj tömeges jelenléte természetközeli élőhelyeken is előfordulhat. Összehasonlításként említjük, hogy egy korábbi, budai-hegységi felmérésben, dolomit alapközeten, a darvastóinál jóval nagyobb területről 2300 példányban került elő az *Orchis tridentata* (Csontos és Lőkös 1992). A 2300 példány 13 db, egyenként a darvastóival összemérhető nagyságú megfigyelési egységben élt, amelyek közül néhányban az egyedszám meghaladta a háromszázat. Érdekeség, hogy az említett dolomitos területen 5 orchidea a darvastói listában is előforduló, közös faj: *C. damasonium*, *C. longifolia*, *E. microphylla*, *O. purpurea* és *P. bifolia*.

A három éves florisztikai vizsgálatokat tovább kell folytatni. A kutatásokat célszerű kiegészíteni ökológiai vizsgálatokkal. A területnek egyedi mikroklímája van, amely befolyásolhatja a megtelepedő növényzetet, azok egyedi élettani, alaki tulajdonságait. (Szabó és Szabó 2008). Vizsgálandó, hogy a *Listera ovata* elszaporodását a többi orchidea fajhoz képest, milyen környezeti, élettani hatás váltotta ki.

Azonban nem csak kutatási, hanem oktatási lehetőségeket is rejt magában a terület. A Darvastói Formációnak nevezett képződményt néhány helyen még mai is lehet látni. A formációban közvetlen a bauxit réteg felett 0,5 - 3 m vastag okkersárga, barna agyag, az felett 0,5 - 11 m vastag sötétszürke pirités, markazitos agyag található. Ez elsősorban geológusok, földrajz szakos hallgatók részére lehet érdekesség. Környezetvédelmi vonatkozása is van a területnek. Az erózió bár megszokottan romboló hatású, itt azonban a leszakadó partfalak mentén az erdei talaj is bemosódik és azon megtelepedő növényzettel építi újjá a meddőt. Ezzel megakadályozva a kiporzást, a nedvesség gyors beszivárgását. Botanikai oktatásnak kiváló terepe lehet, figyelembe véve a bánya meddő és környezetének egyedi adottságait és fajgazdag flóráját.

**THE VEGETATION OF A DECAPITATED BAUXITE LENS, WITH  
PARTICULAR ATTENTION ORCHID SPECIES**

ISTVÁN KÖNNYID<sup>1</sup> – PÉTER SZABÓ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Quintherm Hungary Kft., Abda

<sup>2</sup> University of Győr, Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Mosonmagyaróvár

**SUMMARY**

Botanical Research Group of Széchenyi István University, Faculty of Agriculture and Food Sciences has visited the Bauxite mine in Nyirad (Lake Darvas) several times. For more than 40 years, the uncultivated mine recovers closed by vegetation. During the first botanical visit, we found 4 orchid species in the pits with a small number of individuals.

For the second time, the *Orchid purpurea* was added to the list with another orchid species. The 2018-s year, however, brought unexpected results. Another three species are *Platanthera bifolia*, *Epipactis microphylla* and *Ophrys sphegodes* settled in the mine. In this year individual counting was also done. The *Listera ovata* is almost explosive in the whole area proliferated. The previous two app. 50 to 50 plant individual with more than 500 plant individual increased.

**Keywords:** bauxite mine, Lake Darvas, orchid

**KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A publikáció elkészítését az **EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008** számú „**Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban**” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.



## Irodalom

Barina Z. 2000. Felhagyott homokbányák florisztikai vizsgálata I. *Kitaibelia* 5(2): 313-318.

Csontos, P. & Lőkös, L. 1992. Védett edényes fajok térbeli eloszlás-vizsgálata a Budai-hg. dolomitvidékén – Szünbotanikai alapozás természetvédelmi területek felméréséhez. *Botanikai Közlemények*, 79(2): 121-143

Király G. (szerk.) 2009. *Új magyar fűvészkönyv* Jósavfő: Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága

Könnyid I., Csontos P., Szabó P., Molnár Zs., Barla F. 2017. Növényvilág Darvastó mélyén – egy lefejtett bauxitbánya ébredése, in: Lőrincz I. (szerk.) *XX. Apáczai-napok Tudományos Konferencia (Győr, 2016. október 26-27), Tanulmánykötet*. Győr Széchenyi István Egyetem Apáczai Csere János Kar, 12-17.

Molnár V. A. (szerk.) 2011. *Magyarország orchideáinak atlasza*. Budapest: Kossuth Kiadó

Priszter Sz. 1998. *Növényneveink*. Budapest: Mezőgazda Kiadó

Simon T. 1992. *A magyarországi edényes flóra határozója*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó,

Szabó P., Szabó K. 2008. Gyomnövények sztómasűrűségének vizsgálata különböző élőhelyeken. *Magyar Gyomkutatás és Technológia*, 9(2): 15-20.

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

Könnyid István

9086 Töltéstava, Jókai u. 9.

konnyid67@freemail.hu

Dr. Szabó Péter

Széchenyi István Egyetem

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

szabo.peter@sze.hu



## ŐSHONOS MAGYAR ÓRIÁSGALAMB FAJTACSOPORT GENETIKAI VIZSGÁLATÁNAK ELSŐ LÉPÉSEI – IRODALMI ÁTTEKINTÉS ÉS MIKROSZATELLIT OPTIMALIZÁLÁS

SIPOS BÍBORKA<sup>1</sup> - BAGI ZOLTÁN<sup>2</sup> - KUSZA SZILVIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem Állatgenetikai Laboratórium, Debrecen

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debrecen

### ÖSSZEFOGLALÁS

A galambtenyésztés hanyatlása és az őshonos fajták csökkenő népszerűsége mindenképp okot ad arra, hogy foglalkozzunk az őshonos galambfajták kialakulásának körülményeivel, illetve fennmaradásuk érdekében jellemezzük a populációk genetikai szerkezetét, filogenetikai viszonyait. A vizsgálatba négy őshonos óriásgalamb fajtát és három idegenhonos galambfajtát vontunk be.

A magyar galambtenyésztés szempontjából a magyar óriás galamb, a szalontai óriás galamb, az alföldi buga és a magyar óriás begyes meghatározó fajtának tekinthetők, magyar fajtáink közül pedig egyedülálló értéket képviselnek, mind nemzeti, mint nemzetközi tekintetben. A vizsgálatba 3 olyan hasonló testmérettel és tulajdonságokkal rendelkező külföldi eredetű fajtát is bevontunk, melyeknek szerepe lehetett ezen hazai fajták kialakításában.

Eredményeink alapján a vizsgált magyar fajták elterjedésüket tekintve tipikusan alföldi fajtáknak számítanak. A fajták közötti hasonlóság pedig kétségtelen. A leírtak alapján származásuk és eredetük javarészt közös, ami az egymás közötti rokoni kapcsolatokat valószínűsíti. A molekuláris biológiai módszerek alkalmazása hozzájárulhat a fajták in vitro megőrzéséhez, bár házigalambok esetében még nem történt ehhez hasonló kezdeményezés. Néhány esetben végeztek már genetikai tanulmányt házigalamb fajtákon, de ismereteink szerint hazai vizsgálat még nem történt őshonos magyar fajták populációgenetikai és filogenetikai vizsgálatára. A jelenlegi

előtanulmány keretében 7 fajtától gyűjtöttünk vérmintát Magyarország területén. DNS izolálást követően, szakirodalmak alapján válogatott, összesen 15 mikroszatellit primert teszteltünk teszteltünk 2 PCR mix és 2 hőmérsékleti protokoll felhasználásával. A primerek alkalmazása során 8 (P1, P2, P5, P7, P10, P11, P13, P14) primerpár mutatkozott alkalmasnak a további vizsgálatokban való felhasználásra.

A kutatás későbbi szakaszaiban ezen primereknek a felhasználásával tervezzük vizsgálni a bevont fajták genetikai diverzitását és filogenetikai történetét. Az eredmények várhatóan egzakt módon igazolják majd a vizsgált fajták származástörténetét és képet adnak magyarországi populációik genetikai szerkezetéről is.

**Kulcsszavak:** házigalamb, őshonos, történeti vizsgálat, mikroszatellit, primer optimalizálás

## BEVEZETÉS

*Szalay* (2017) megfogalmazása szerint a különböző fajtacsoportok genetikai vizsgálata által több olyan kérdésre is választ kaphatunk, amelyek eddig még nem tisztáztak. A génmegőrzés pedig a hozzá kapcsolódó kutatások nélkül nem működhet megfelelően. A fajok, fajták egyedeinek kiválasztása, a biológiai anyagok begyűjtése, a populációméretük meghatározása a legfontosabb feladatok. Ezek hatékony működéséhez pedig populációgenetikai és molekuláris biológiai kutatások szükségesek.

A galambtenyésztés hanyatlása és jelen helyzete az óriásgalamb fajtákat is erősen érintette, ezért számuk mára a többi fajtához képest jelentősen lecsökkent. Védelmüknek és hosszú távú megőrzésüknek elengedhetetlen feltétele történetük feltárása és genetikai sokféleségük vizsgálata. A közöttük feltételezett rokonsági kapcsolatok a mai napig feltáratlanok maradtak, erre vonatkozóan csak a hagyományokra és elméletekre alapozó szakirodalom ismert. Az említett fajtacsoport történetének kutatása, filogenetikai vizsgálata és genetikai diverzitásuk feltárása sok mindenre rálátást nyithat és segíthet kiigazodni a feltételezések tengerében. Ezek az eredmények továbbá hatással lehetnek jelenlegi és jövőbeli tenyésztésükre, valamint hozzásegíthetnek védelmi helyzetük javításához. A hazai óriásgalamb populációk vizsgálata azért is indokolt, mert a 2018-ban indult *Szárnyaló gazdaság Nemzeti Húsgalamb Program*-ban megfogalmazott komplex fejlesztési célok elérése reálisan

nem képzelhető el, a Magyarországon rendelkezésre álló genetikai alapok használata nélkül. A vizsgálatunkba bevont nagytestű galambfajták a galambhús-termelésre kialakított állományok alapjait jelentik Magyarországon és a Világban egyaránt. A cél, a magyar rögöz alkalmazkodott, korszerű viszonyok között versenyképes termék előállítására alkalmas húsgalamb állományok kialakítása kell, hogy legyen. Az eredményes fejlesztés azonban nem képzelhető el, a jelenleg rendelkezésre álló és az alapot jelentő állományok genetikai sokféleségének, genetikai szerkezetének feltárása nélkül.

Hipotézisünk szerint a magyar óriásgalambok csoportja egyazon, nagytestű parlagi fajtára vezethető vissza, melyből tájegységenként más és más fajtajegyek rögzítésével és/vagy kisselektálásával alakították ki a ma ismert fajtaikat. További feltételezés, hogy a fajták kialakítása során a termelési tulajdonságok javítása és egyes küllemi jegyek fejlesztése érdekében külföldről importált galambfajták is szerephez juthattak. A vizsgálatba négy, egymáshoz feltételezetten közel álló magyar fajtát (magyar óriásgalamb, szalontai óriásgalamb, alföldi buga, magyar óriás begyes) és három olyan külföldi fajtát (római, mondén, king) vontunk be, melyek egyes tulajdonságaik és hazai elterjedtségük okán szerepet kaphattak őshonos fajtaink ki- és/vagy átalakulásában. Vizsgálatunk során a következő célkitűzéseket fogalmazzuk meg: (1) az őshonos magyar fajták történeti vizsgálata szakirodalmi adatok alapján, (2) a genetikai diverzitás és a genetikai szerkezet vizsgálata a vizsgálatba vont fajták magyarországi állományára vonatkozóan, (3) a magyar és a külföldi fajták filogenetikai történetének vizsgálata. Jelen tanulmányban a fajták szakirodalmi adatokon alapuló történeti vizsgálatát és a mikroszatellit markerek laboratóriumi optimalizálását mutatjuk be, mivel ismereteink szerint Magyarországon, házigalambon még nem végeztek hasonló volumenű vizsgálatot molekuláris genetikai módszerek segítségével. A vizsgálatban felhasznált mikroszatellit markerek száma alapvetően befolyásolja az eredmények felhasználhatóságát a tenyésztő és nemesítő munka során, ezért a szakirodalmakból elérhető markerek hazai viszonyok közötti alkalmazhatóságának vizsgálata önmagán túlmutató, esszenciális eredményeket ígér. Terveink szerint a most kidolgozott metodika lehetővé teszi a fentiekben kitűzött célok elérését, és megnyitja az utat más hazai házigalamb fajtacsoportok vizsgálata előtt is.

## IRODALMI ÁTTEKINÉS

### *A házigalamb eredete*

A galambok hasznosítása feltehetően a Közel-Keletről indult, ahol a sumérok kezdtek el először galambokat szaporítani. Írásos dokumentumok szerint a galambtenyésztés nagy valószínűséggel Kr. e. 3000 körül kezdődhetett (*Schmidt et al.* 2010). A házigalamb őseinek a szirti galambot (*Columba livia*) tartják (*Bangó* 1964, *Horn* 1991, *Bárány* 2017). Ezt elsőként Charles Darwinnak sikerült tenyésztési kísérleteivel bebizonyítania (*Mackrott* 1998). A faj elterjedése Dániától és Skóciától kezdve a balkáni országokig, a Fekete-tengerig nyúlik, de Észak-, Közép-, és Nyugat-Afrikában vagy kelet felé haladva Indiában és Kínában is található szirti galamb csoportok (*Schmidt et al.* 2010). A galambok elsősorban a mezőgazdasági területeken és a gabonatermesztéssel foglalkozó országokban terjedtek el számottevően (*Horn* 1991). Ilyen hatalmas térségen, emberi beavatkozás nélkül, 14 vadon élő szirti galamb alfaj alakult ki. A közöttük lévő különbségek azonban jól megfigyelhetőek. Ilyen például a testméret, a tollazat eltérő mélységű kék színe, a hát színessége, a deréktáj fehérsége, a rajzolat és a csőr alakja. Az eltérések tanúsítják a szirti galamb öröklődésen alapuló változatosságát, mely később hozzájárulhatott számos eltérő küllemű házigalambfajta kialakulásához (*Szűcs* 1990). A vad ős sokféleségét a mesterséges tenyésztés még inkább felszínre hozta, kialakítva a házigalamb ma ismert csodálatos gazdagságát szín, forma, méret és még nagyon sok jelleg tekintetében (*Balassa* 1901).

### *A magyar galambtenyésztés*

A magyar nemzet galambokkal való kapcsolatának kezdeteiről nem sok adat maradt fenn a történelem során. Régészeti leletek szerint viszont őseink akár már a honfoglalás előtti időkben is foglalkozhattak baromfitartással (*Bagi* 2009). A házigalamb már az ókorban jelen volt a Kárpát-medencében a rómaiak révén, ezért letelepült őseink hamar kapcsolatba kerültek velük. A történelmi Magyarországon több kereskedelmi útvonal is keresztülment, emiatt számos országból és irányból kerülhettek hazánkba különböző galambfajták, melyek befolyásolták a hazai galambtenyésztést (*Béres és Kiss* 2008).

Valószínű, hogy jelenlegi fajtáink ősei részben keletről, másrészt nyugatról juthattak el hozzánk. A török hódoltság kétségtelenül hozzájárult a hazai galambtenyésztéshez, változatos galambfajtáik hátrahagyásával. Oroszország területéről lengyel közvetítéssel juthattak el galambok a Kárpát-medencébe Besszarábián és Moldován keresztül, de az Erdélyen át történő érintkezés sem zárható ki. Nyugati irányból pedig dunai hajósok is közreműködtek a galambok hazánkba kerülésében (*Béres és Kiss 2008, Bárány 2013, II*). Magyar fajtáink eredete azonban pont a számos lehetséges forrás miatt nem tisztázódott kellőképpen. *Balassa (1901)* szerint legnagyobb hatása a törököknek volt galambtenyésztésünkre, míg *Moldvai (1938)* az orosz és lengyel hatást tartotta jelentősebbnek. A török eredet elméletének valószínűsége nagy, mivel a hódítások idején a török katonák kísérői közül sokan magukkal hozták kedvelt galambjaikat. Ez viszont azt jelentené, hogy magyar galambfajtáink egy része, több mint 400 éves múlttal rendelkezik. *Moldvai (1938)* nem tartja elfogadhatónak ezt a hipotézist, mivel a szegedi keringők és a többi magyar galambfajta csak az 1880-as évekből váltak ismeretessé (*Béres és Kiss 2008*).

Szervezett magyar galambtenyésztésről is csak 1882-től beszélhetünk, ugyanis ebben az évben tartotta meg első gyűlését a „Columbia” elnevezésű budapesti galambkedvelők köre, hivatalosan tehát ettől az évtől vette kezdetét a szervezett galambász élet Magyarországon (*Béres és Kiss 2008*). Az 1960-as és 1970-es években a galamb és a nyúlhús termelés az olasz és a francia piacok révén, elég jelentős jövedelemforrásnak számított a családi gazdaságok számára (*Bárány 2013, II*). Sajnos ez a termelési ágazat mára szinte teljesen visszaszorult, pedig a minőségi hústermékek iránti kereslet fellendülése miatt még mindig lehetne benne ráció (*Bagi és Kusza 2014*).

## ***A magyar óriásgalambok eredete***

### *Magyar óriás galamb*

A magyar óriásgalambok a történelmi korok kiemelkedő fajtáit képviselik, melyek között az egyik legnépszerűbb fajtának mondható a magyar óriás galamb (*I. ábra*). Szépsége és kedves kinézete miatt „a galambok királynőjének” is nevezik (*Lóránt 1996, Kiss és Béres 2008*). Az óriásgalambokat származásukat tekintve számtalan tévhit és helytelen megnevezés illeti. Az 1800-as évek korabeli, úgynevezett „török galamb”

kifejezés is ilyen szájhagyomány útján terjedő, és még az 1900-as évek elején is használatos volt (Kiss és Béres 2008, 12).



1. ábra: Magyar óriás galamb (készítette: Bagi Zoltán, 2015)

Figure 1: Hungarian Giant Pigeon (Photo: Zoltán Bagi, 2015)

Téves feltevések szerint a török hódoltság korából kerülhettek hozzánk őseik, melyeket a török katonákkal beérkező kereskedők hoztak magukkal (Szűcs 1990, Teremi 1956). Az első írásos dokumentumok a 17. századból maradtak fent a magyar óriásgalambról, amely szerint a Nagy-Alföldön és a környező falvakban volt népszerű és elterjedt fajta (Szűcs 1990). Ekkoriban természetesen még nem beszélhetünk teljesen kialakult fajtákról, mivel több különböző típus is létezett, idővel pedig ezekből a típusokból emeltek ki néhányat az akkori szakírók (12). A régebbi szakirodalmak ugyan többször említenek néhány fajtát ezek közül „török galamb” néven, de közös származásuk és rokonsági kapcsolatuk a török galamb-fajtákkal semmivel sem bizonyítható. A mai Törökország területén ugyanis egyetlen török fajtaival sem hasonlatosak a magyar óriás galambjaink (Horn 1991). Péterfi (1961) így ismerteti a török galambot: „Török galamb” kifejezés akkoriban különféle házigalambok jelölésére is használták. Régebben török galambnak nevezték a magyar óriás házigalambot. Teremi (1956) szerint a galambok akár délről és keletről is származhatnak, vagyis olasz mezei galambok és török fajták keverékéből alakultak ki. Meleg (1992) a mára már kihalt török galamb őseként említi, melyet a testméret növelése érdekében sokszor kereszteztek magyar begyes galambokkal. Mint tudjuk, a későbbi „magyar házi”

elnevezés sem adhat pontos meghatározást a származást illetően, hiszen ez a megnevezés is több nagytestű fajtát foglalt magában. Számottevően azonban, ezt is a magyar óriás galambra használták, amely csak az 1960-as években kaphatta meg mai hivatalos elnevezését (Kiss és Béres 2008).

Magyarországon 1950 óta elismert fajta, míg Németországban pedig 1974-ben fogadták el a standardját. A fajta kialakításához később dobos galambokat és az időközben kihalt óriás parókás galambot is felhasználták (Schmidt *et al.* 2010).

### *Szalontai óriás galamb*

A magyar óriás galambhoz közel álló, és mára már egészen megritkult régi magyar fajtánkról a szalontai óriás galambról (2. ábra) áll a legkevesebb információ a rendelkezésünkre. Ezt a madarat is gyakran emlegették „török galamb” néven és még az 1920-as és 30-as években is sok volt az olyan állomány, amelyekben a mai magyar óriás galambok típusa mellett, gyakran láthatók voltak „harisnyás”, azaz lábtollazattal rendelkező, „duplakotyos” és sima lábú egyedek is (Bonatiu *cit. Szűcs* 1990). A régi parasztgazdaságok által tenyésztett és kedvelt galambfajta jó alkalmazkodóképességéből adódóan szaporá, betegségeket tekintve ellenálló, jó repülő, mezőre járó, úgynevezett „réti galamb” volt (Bárány 2009).



2. ábra: Szalontai óriás galamb (készítette: Bagi Zoltán, 2015)

Figure 2: Salonta Giant Pigeon (Photo: Zoltán Bagi, 2015)



Kialakulását ma is homály fedi, tudatos tenyésztésről pedig, kevés kivételtől eltekintve a mai napig nem beszélhetünk. *Péterfi* (1961) korábban a magyar óriásgalambot mutatja be, ahol említést tesz egy duplakontyos, barátrajzos galambról (3. ábra), melyet a magyar óriás galamb egyik fajtaváltozatának ír le. A mellékelt képen azonban egyértelműen látszik, hogy az egy szalontai óriás galambot ábrázol. Írásának későbbi kiadásában már részletesen ismerteti a szalontait, mint önálló fajtát, miszerint kezdeti elterjedése a Nagy-Alföld keleti részére tehető, majd nevéből adódóan Nagyszalonta, Nagyvárad és Arad közötti területeken, főleg a Tisza síksága menti falvakban és a magyar lakta területeken volt gyakori. Helyi elnevezés szerint „nagy galamb” vagy „nagy fajta”, melyet a helyiek és gazdaságok elsősorban húzáért szaporítottak (*Péterfi* 1970).



3. ábra: A magyar óriásgalamb sima lábú változata (forrás: *Péterfi* 1961)

Figure 3: A smooth legged type of the Hungarian Giant Pigeon (Source: *Péterfi* 1961)

Sajnálatos módon az utóbbi évtizedekben olyannyira megritkult az állománya, hogy lassan a kihalás szélére jutott. A Romániához tartozó területeken szelekcióval próbálták rögzíteni a fajtát, és néhány román szakirodalomban újabban román óriás néven is szerepelt (*Szűcs* 1990), mint „egyedüli román galambfajta” (*Herman et al.* 2011), amire származását illetően csöppet sem szolgált rá (*Szűcs* 1990). Az Erdélyben található állomány 20-30 év alatt szinte teljesen kipusztult és a román szakírók is kihalt fajtaként

írnak róla. Magyarországon szintén nem túl elterjedt és talán a magyar fajtánk közül mára a legkisebb egyedszámmal a szalontai óriás galamb rendelkezik (*Meleg* 1992, I3). A jelenlegi állományra jellemző, hogy erősen beltenyésztett, néhány helyen leromlott. Kialakítása és egységesítése még nem befejezett (*Bárány* 2009), és főképp a méretbeli problémák okozzák a legnagyobb gondot, de sok esetben eltérő színezet és rajz is megfigyelhető az egyedek között (*Herman et al.* 2011).

A Csorvási Természetvédelmi Alapítvány egy hároméves kutatás-fejlesztési tervet dolgozott ki a fajta megmentése érdekében. A fajtabeszámolóból megállapítható, hogy a növekvő beltenyésztés hatására romlottak a kelési eredmények, csökkent a szaporaság, az életképesség, a hasznos élettartam és a vitalitás. A sikeres célpárosítások eredményeképpen viszont visszatérhetnek az egykori színváltozatok és stabilizálódhat a jelenlegi állomány (*Kiss és Béres* 2008). Az alacsony magyarországi állomány méret és tenyésztői bázis miatt az Európa Szövetség 2018-ban román fajtaként jegyezte be.

#### *Alföldi buga*

Az alföldi buga (4. ábra) az úgynevezett alakgalambok csoportjába tartozó galambfajta. A „buga” elnevezést kezdetben az alföldi magyar óriásgalambokra használták (*Péterfi* 1970) és mivel akkoriban több névvel is illették ezeket a galambokat, sokáig nem is lehetett önálló fajtaról beszélni. *Winkler* (1925) írásában magyar tollaslábú házigalambnak nevezi az akkor még csak fehér színben előfordult galambokat. Tenyésztési helyét pedig *Balassa* (1901) után Csongrád és Szentés környékére tette. A különböző tájegységekben sok volt a hasonló, tollas lábbal rendelkező galamb, de legtöbb esetben ez a fajtajegy sem volt egységes, hisz némely tájegységeken kisebb, némelyeken nagyobb lábtollazattal tenyésztették őket. „Ebből fakadóan az egyik helyen “kispasztnak”, míg ott, ahol nagyobb volt a lábtollazat “nagyparasztnak” nevezték.” Lehetséges az is, hogy az elnevezéseket illetően a testméretet is szem előtt tartották (*Pusztai* 2017, 14). Kitenyésztésének célja elsősorban egy nagytermetű, szép megjelenésű, szapora és betegségeknek ellenálló madár volt, amely folyamatosan biztosíthatta a családok számára a friss húskészletet a háztájon nevelt állatok között (*Makra* 2018).

Származása tekintetében megoszlanak a vélemények. Néhányan a török vonallal hozzák kapcsolatba, de ma már valószínűbb és elfogadottabb az a feltételezés, hogy a

magyar óriásgalambból és a Szeged környékén tenyésztett szíves rajzolatú keringő galambokból lett önálló fajta (Bárány 2017, Fodor 2018). Jellemzően az Alföld tanyavilágához kötődik. Kialakulásának helyeként elsősorban Szegedet és a Szeged környéki tanyavilágot jelölik meg (Pusztai 2017, 14). Ez a rendkívül értékes tájfajta csak 1960 körül lett hivatalosan elismert, bár ekkoriban még védettséggel nem rendelkezett. Hunyadvári (2003) így vélekedik: „Nagy kár, hogy nincs még védett fajta hazánkban, ugyanis ez a fajta is rászorgálna erre.” Szintén ő idézi Villám József-et, akitől a következőket olvashatjuk: „Az alföldi bugák szerintem lassan elvesztik testfelépítésükre vonatkozó követelményeket, bármerre járok az országban, mindenhol összement, kistestű madarakkal találkozom”.



4. ábra: Alföldi buga (készítette: Bagi Zoltán, 2015)

Figure 4.: Buga Pigeon (Photo: Zoltán Bagi, 2015)

Napjainkban hanyatló népszerűsége miatt eléggé megfogyatkozott az állománya, nőtt a beltenyésztettség mértéke, ami miatt a tenyésztése is nehézségekbe ütközik (Makra 2018). A fajta érdekében történő kezdeti lépéseket az Alföldi Buga Baráti Kör tagjai tették meg 1989 májusában, mikor néhány tenyésztő eldöntötte, hogy fajtaklubot alakítanak (Hunyadvári 2003). Vérvonalainak frissítésére számos próbálkozás történt, mely nem igazán hozott sikeres eredményeket az eddigiekben. Próbálkoztak szívhátú

magyar óriás galambok bekeresztezésével a testméretek megnövelése érdekében, de mint utólag kiderült több olyan tulajdonság is öröklődött, mely a magyar óriás galambokra jellemző, a buga galamboknál viszont súlyos hibának számítanak. Ilyen például a kerek fejforma, vastag piros szembőr és laza tollazatú fésű. Más fajták bekeresztezése sem hozott elfogadható eredményt, ezért fajtán belüli célpárosításokkal próbálkoztak a tenyésztők. Sajnos ebben az esetben is 5-10 generáció után felszínre kerültek a nem megfelelő tulajdonságok. A megoldás semmiképpen sem a hibás egyedek szelekciójában, sokkal inkább a párosítások kedvező összeállításában rejlik, melyek nagy valószínűséggel nem örökítik tovább a hibás tulajdonságokat az utódok számára (Makra 2018).

### *Magyar óriás begyes*

A magyar óriás begyes (5. ábra) vagy régi népies nevén golyvásgalamb a legősibb fajtáink közé sorolható. Elképzelések szerint az 1500-as években kerültek hozzánk ősei. Az ekkor még „török begyes” vagy „bögyös” néven emlegetett galambok jellemzően alföldi fajtának számítottak. Hamar elterjedtek a Nagyalföld lakta mezővárosok környékén, főleg különleges kinézetük és begyfúvásra való hajlamuk miatt, de hústermelő célzattal is szívesen tartották őket. Az 1600-as és 1700-as években tudatosan kezdik szaporítani a fajtát, mivel akkor még meglehetősen sok fajtán belüli formai eltérés mutatkozott (Meleg 2001). Voltak közöttük gyenge lábtollazattal rendelkezők, de még kontyos fejű változatok is (Kiss és Béres 2008, Csapó 1961).



5. ábra: Magyar óriás begyes (készítette: Bagi Zoltán, 2019)

Figure 5: Hungarian Cropper (Photo: Zoltán Bagi, 2019)

Az 1800-as években megkezdődött a fajta egységesítése és minőségének javulása, (Bagdi 2014, 15) az élénkülő kereskedelemmel együtt pedig egyre nagyobb lett a külföldi érdeklődés iránta (Kiss és Béres 2008). 1840 táján sokan tévesen az ó-német begyessel azonosították a fajtát, ennek oka pedig az lehetett, hogy a németországi begyes állomány akkoriban eléggé megritkult, a német tenyésztők ezért a magyar begyeseinkkel próbálták megmenteni és feljavítani a fajtát (Teremi 1956, Horn 1991). 1910-ben megrendezett berlini nemzetközi kiállításon a Baromfitenyésztők Országos Egyesülete hat pár magyar begyes galambot állított ki, és a német tenyésztők körében hatalmas sikereket arattak (Winkler 1925). Tetszetős megjelenésükkel, formájukkal felülmúlták az ó-német begyeseket, s így az összes magyar galamb német felvásárlásra került (Kiss és Béres 2008). A Németországba irányuló galambexport hamar megkezdődött, egyre többen felfigyeltek hatalmas magyar begyeseinkre, ezért a német tenyésztők sorra elvitték a magyar madarainkat, mondván feljavítani kellene a szegényes ó-német begyes állományukat. Ebben Dr. Rupánovits János és több más hazai tenyésztő is segítségére volt a németeknek, s a II. világháború kezdetéig több mint 100 galambot exportáltak külföldre. A háború kitörése után véget ért az export, és mint később kiderült az exportált madarak jelentős részét fajtatisztán szaporították tovább, csak már ó-német begyes néven. Egy részüket valóban keresztezték saját galambjaikkal, de még így is rengeteg magyar begyes volt megtalálható az állományban, galambjaik

pedig egyre jobban hasonlítottak a magyar begyesekre. A háború után hatalmas harcok folytak a magyar és a német tenyésztők között, hiszen akkora már annyira összemosták a két fajtát, hogy a németek saját kitenyésztett fajtájukként kezelték galambjaikat, az itthoni begyes állomány pedig fokozatosan leépült. Ennek következményeképpen kétségbe vonták magyar begyeseink önálló létét, és később nagy küzdelem volt az Európa Szövetségben önálló fajtaként elismertetni azt (Kiss és Béres 2008, Bagdi 2014, I6).

Növekvő népszerűsége és tenyésztői tábora miatt az egyedek gyarapodása és minőségük javulása növekedésnek indult, az 1960-as évekre pedig megjelentek azok az egyedek, melyek ma is megállnák a helyüket (Bagdi 2014, I5). Napjainkban sajnos nem nevezhető stabilnak az állomány és a tenyésztők létszáma is lecsökkent. Így, az összefogás hiányában a minőségi stagnálás, de inkább a minőségi romlás látható (Bagdi 2014, I6).

### ***Magyarországon elterjedt, nagytestű külföldi galambfajták***

#### *Római*

A magyar óriásgalamb csoport eredetével kapcsolatban meg kell vizsgálnunk néhány olyan külföldi fajtát is, melyeknek nagy valószínűséggel köze lehet fajtáink és azok mai formáinak kialakulásához.

A hatalmas testalkatú római galambot (6. ábra) sokan keverték magyar óriás galambjainkkal, vagyis az akkori „török galambokkal” (Balassa 1901). Ez az igen ősi fajtaként számon tartott galamb az Olasz-félszigetről származik és valószínűsített őséne a karthágói galambot tartják, amelyet a rómaiak kezdtek el szaporítani, mindegy kétezer évvel ezelőtt (Horn 1991, Meleg 2001). Mivel begyét kissé felfújja, mint általában a begyes galambok, ezért helytelen feltételezések szerint golyvás (begyes) és keleti galambok keresztezéséből született (Balassa 1901). Franciaországba már az ókorban eljutott (Szűcs 1990) és egész Európában átlagosan elterjedt galambnak számított, de mint fajtát Dél-Franciaországban nemesítették tovább (Batta 1987). Párizsban magas szinten tenyésztették és az 1800-as évekre már több színváltozat is létezett belőle (Szűcs 1990).



6. ábra: Római (készítette: Bagi Zoltán, 2015)

Figure 6: Runt (Photo: Zoltán Bagi, 2015)

### *Mondén*

A francia származású mondén galamb (7. ábra) korábbi adatok szerint rokoni kapcsolatban áll a rómaival. Kitenyésztésük során még montauban és bagdetta galambokat is felhasználtak (Horn 1991). Ezen fajták bevonása kizárólagosan a súly és tömeg növekedése szempontjából volt jelentős, azonban többségében tökéletlen és korcs galambokat eredményezett. A század elején néhány tenyésztő összefogásával sikerült egy igazán különleges és kifinomult fajtát kialakítani és meghatározni annak pontos jellemzőit. A fajta kialakítása során a cél egy elegánsan kerekded, rövid, kis fejű és alacsony állású madár volt. További cél volt, hogy szorítsák háttérbe a bevont fajták tulajdonságait, mint például a római testének hosszúságát, fejének súlyát és a bagdettára jellemző „esetlenséget” (Biacsi 2013, 17).

Bizonyíthatóan több mint 150 éve tenyésztik Franciaországban, 1850-től pedig Németországban is rendszeresen szerepelt kiállításokon, elismert fajtaként (Szűcs 1990). Neve „nagyvilágít” jelent (Schmidt et al. 2010), nem meglepően, hiszen egész Európában nagy népszerűségnek örvend, mondhatni tipikus kiállítási fajta. Nemcsak tekintélyes kinézete, de nagy hústömege miatt is szívesen tartják a tenyésztők.



7. ábra: Mondén (készítette: Bagi Zoltán, 2015)

Figure 7: French Mondain (Photo: Zoltán Bagi, 2015)

### *King*

A 19. század végén kitenyészített kinget (8. ábra) római, máltai, postagalambok és egy kihalt fajta, a duchess keresztezésével állították elő, mely az amerikaiak által kedvelt mondén egyik alakjának a képviselője volt. Az USA nemzeti fajtája, melyet 1892 óta tenyésztenek New Jersey-ben. Feltűnően nagy, kerek fajta. Széles mell, váll és középhosszú láb jellemzi (Schmidt et al. 2010). Először húshaszon céljából tartották és szaporították. Másfél évtized alatt elnyerte mai formáját és a kiállítások közkedvelt galambja lett. Európában a 20-as évek közepe fele vált ismertté, első példányai 1956-ban érkeztek az NSZK-ba fehér és ezüst változatban (Horn 1991). Az Európai kontinensen gyorsan elterjedt és népszerű fajtává vált, bár eredetileg „fehér király” elnevezést kapott (Schmidt et al. 2010), az európai tenyésztők tudatos munkájából eredően ma már számos színváltozatban találkozhatunk vele (Horn 1991).





8. ábra: King (készítette: Bagi Zoltán, 2015)

Figure 8: King (Photo: Zoltán Bagi, 2015)

#### **MIKROSZATELLIT MARKEREK ALKALMAZÁSA A HÁZIGALAMB (*COLUMBA LIVIA DOMESTICA*) FAJBAN**

*Traxler et al.* (2000) galamb DNS-ben alkalmazható mikroszatellit markereket fejlesztett azért, hogy tisztázzák a bécsi magasröptű keringő galamb eredetét és a különböző vonalak közötti genetikai kapcsolatot. Mikroszatellit variabilitást elemeztek a fajta több vonalában és több (7) olyan fajtában, amelyekről úgy vélték, hogy a múltban a bécsi magasröptű keringőbe keresztették őket. Ezeken felül Bécs különböző körzeteiben fogott, szabadon élő városi galambokat is bevontak a vizsgálatba. A szerzők összesen 7 mikroszatellit marker segítségével jellemezték a vonalak és fajták genetikai sokféleségét a tanulmányban. A galambok mikroszatellit markerek segítségével végzett genotipizálása több oldalról is hasznos lehet, hiszen a megfelelő genotípusok ismerete segíti a tenyésztőket az eredményes szelekcióban (*Markert et al.* 1975, *Mannen et al.* 1997). *Dybus és Kmiec* (2002) 45 postagalambot vizsgált, céljuk pedig a postagalamb egyedek tejsavtermelésének tanulmányozása volt. A vizsgálat egy adott génre, a Lactate dehydrogenase A-ra (LDH-A) irányult, mely az egész szervezetben megtalálható laktát-dehidrogenáz enzim előállításáért felel. Utóbbi pedig fontos szerepet játszik a vázizomrendszer mozgáshoz használt izmaid energiával ellátó kémiai reakcióban (18).

Az egymással nem rokon egyedek vérmintáiból DNS-t izoláltak, majd PCR módszer segítségével sokszorosították a szükséges DNS molekularésztt, melyhez 3 különböző primerpárt használtak fel. Ebben a tanulmányban is csak előzetes eredményeket kaptak a kutatók, miszerint a DNS markerek használata sikeres volt. A további kutatások viszont már hozzájárulhatnak a versenygalambok teljesítőképességének javulásához is a közeljövőben (*Dybus és Kmiec, 2002*). *Lee et al. (2007)* a postagalambok vérvonalának megbízható ellenőrzésére, és ezáltal a versenyeken tapasztalt visszaélések és az ebből fakadó jelentős anyagi kár megelőzése érdekében egy multiplex-PCR amplifikációs rendszert fejlesztett ki, amely egyesít 7 mikroszatellit markert és a króm-helikáz DNS-kötő gén (CHD) markerét az egyes galambok azonosítása érdekében. A statisztikai adatok alátámasztották a rendszer potenciálját a galamb-individualizáció és az apasági vizsgálatok során. Genetikai diverzitásra irányuló tanulmányt eddig kevesen végeztek házigalamb fajtákban. *Sathyakumar (2013)* 22 házigalamb egyedtől gyűjtött vérmintákat és izolált belőlük DNS-t. Az izolálást a *Smith és Burgoyne (2004)* által leírtak szerint végezte. A kísérlet során 30 mikroszatellit primert tesztelt a szerző, melyeket az Európai Házityúk Biodiverzitási Projektben használtak korábban. A primerek közül 7 egyáltalán nem működött, 5 alacsony szinten, 18 pedig megfelelően. A tanulmányban így összesen 23 primert tudott valamilyen szintű sikerrel alkalmazni (*Sathyakumar 2013*). Az egyiptomiak ókori galambtenyésztéséről számtalan dokumentum maradt fent, akik a hústermelés mellett, hírvivőként is használták a galambokat. Egy egyiptomi-japán kutatás (*Ramadan et al. 2011*) keretében összesen 133 egyedtől vettek vérmintát. Ezek között 6 őshonos egyiptomi fajta (krezly, zagel, safi, romani, asfer weraq, ablaq), valamint japán és belga vérvonalú postagalambok voltak megtalálhatók. Az egyiptomi fajták egyedeit 8 tenyésztőtől, 4 egyiptomi tartományból válogatták össze, míg a postagalambok egy japán tenyésztőtől, Kashiwa városából származtak. A vizsgálatban 11 mikroszatellit markerrel dolgoztak, majd mind a hét populációt összehasonlították mitokondriális DNS szekvenciák alapján is. Az eredmények alapján ezek a fajták, egy azonos fajhoz, a szirti galambhoz tartoztak. A házigalambok mellett néhány vadgalamb fajt is összehasonlítottak (*Streptopelia orientalis, Chalcophaps indica, Treron sieboldii, Treron formosae*), majd az eredményeket filogenetikai fán ábrázolták. A postagalambok mutatták a legnagyobb genetikai sokféleséget, és a szirti galambhoz is ez a fajta állt a legközelebb (*Ramadan et al. 2011*). A házigalambok rendelkeznek a legnagyobb morfológiai változatossággal a

házasított fajok között. Ennek kialakulása a faj változatosságának és a több ezer éves tenyésztői munkának köszönhető. Darwin a házigalamb fajták morfológiai alapú osztályozását javasolta (*Darwin*, 1868), de a főbb fajtacsoportok és azok földrajzi eredete közötti viszonyok továbbra sem tisztáztak teljesen (*Levi* 1965, *Levi* 1986). A fajon belüli genetikai kapcsolatok meghatározásához nagy földrajzi területről, 70 házigalamb fajtából és két szabadon élő populációból, összesen 361 egyedből álló mintát vett alapul (*Stringham et al.* 2012). Az egyedek genotipizálását 32 mikroszatellit primer segítségével végezték. Váratlan összefüggéseket tártak fel a fenotípusosan eltérő fajták között, amelyek több fajtacsoportban a hasonló tulajdonságok konvergens fejlődését feltételezik. Eredményeik Indiában és a Közel-Keleten a fajtacsoportok földrajzi eredetére is rávilágítanak, és azt sugallják, hogy a versenyeken elmaradó, hazatérésre képtelen postagalambok jelentősen hozzájárultak a vadon élő galambállományokhoz. *Jacob et al.* (2015) tanulmányában mikroszatellit markerek segítségével különböző helyszíneken vizsgálták a vadon élő galambok (*Columba livia*) genetikai szerkezete és a földrajzi távolsága közötti összefüggést, valamint a genetikai differenciálódás mintázatait két földrajzi skálán, az urbanizált területeken belül és azok között. A Mantel-teszt kimutatta, hogy a genetikai differenciálódás szintje szignifikánsan nőtt a földrajzi távolsággal. Azt is megállapították, hogy a városi területek szomszédos helyszínein élő populációk általában genetikailag nem differenciáltak, ami arra utal, hogy a városi övezetben található összes vadon élő galambot egyetlen gazdálkodási egységként kell kezelni, és a különböző területeken végzett gyérítések önmagukban nem vezethetnek eredményre. *Bigi et al.* (2016) tanulmánya az olasz galambfajták genetikai sokféleségének jellemzésére irányult, melynek keretében jellemezték az egymás közt és más európai fajtákkal fennálló kapcsolatokat. Ez a nyolc legelterjedtebb olasz galambfajtát és 11 olyan külföldi származású fajtát jelentett, amelyek közös ősszel rendelkeztek, vagy amelyeket az olasz fajták létrehozásában alkalmaztak. A házigalambokból álló 19 fajtából vett 427 mintában 12 autoszómás mikroszatellit lókuszt elemeztek. A genetikai variabilitás nem különbözött szignifikánsan a fajták között, az átlagos megfigyelt heterozigotitás (HO)  $0,550 \pm 0,072$  volt. A teljes genetikai variancia 21,34%-ka származott a fajták közötti különbözőségekből. Az olasz galambfajtákat a származási csoportjukhoz koherensen sorolódottak be. Az elemzés alátámasztja a versenyposták angol karriertől való eredetét és az ó-holland kapucinus valamint az olasz sirályka közötti szoros kapcsolat meglétét. A

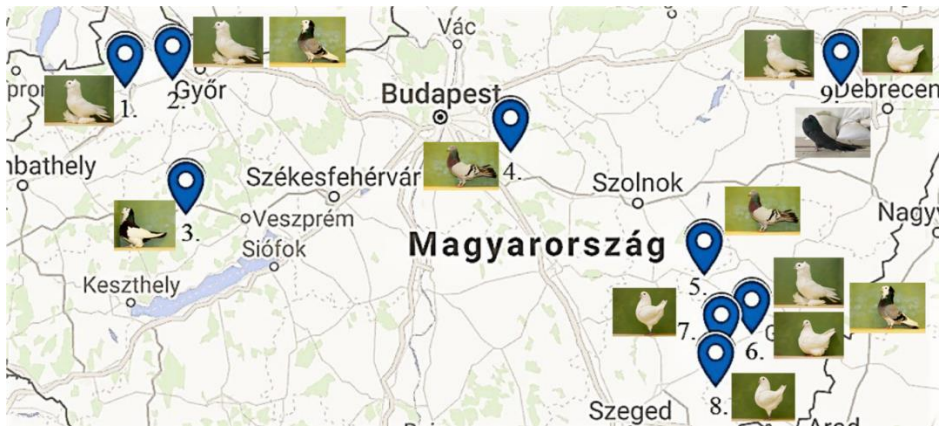
testméret különbségei ellenére a tyúkgalambok csoportjába tartozó fajták genetikailag nagyon hasonlóak. A tenyésztők által az olasz sirálykán és a modenán belül megkülönböztetett alpopulációk bár morfológiailag megkülönböztethetőek, de ezt a genetikai eredmények nem támogatják, ezért új fajtaként való elkülönítésük nem javasolható még. Az eredményekből kitűnik, hogy a házasított fajták és vonalak genetikai jellemzése hasznos információt nyújthat a tenyésztési és szelekciós folyamatokban. *Ramadan et al. (2018)* egy újabb vizsgálatban 11 mikroszatellit marker felhasználásával elemezte 10 egyiptomi galambpopuláció genetikai sokféleségét és kapcsolatait, valamint megvizsgálta ugyanezen markerek amplifikációjának hatékonyságát nyolc további galambfajon. A vizsgálatban összesen 216 mintát használtak fel, melyből 179 volt házigalamb. A 10 vizsgált egyiptomi fajta populációjában az allélok száma lókuszonként 3 és 19 között változott, és az átlagos megfigyelt allélszám 9,091 volt. A várható heterozigóitás legalacsonyabb értékét (0,373) a reehani fajta esetében kapták, míg a legnagyobb értéket (0,706) morasla fajta esetében találták. Az egyiptomi galambok általános várható heterozigóitási értéke 0,548 volt. További eredménynek tekinthető, hogy a szerzők megerősítették a *ClμD17*, *ClμT17*, *ClμD16*, *ClμD32*, *ClμT13*, *ClμD01*, *PG1*, *PG2*, *PG4*, *PG6*, és *PG7* mikroszatellit markerek amplifikációs módszerrel való alkalmazhatóságát a házigalambok és más galambfajok esetében is.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *Mintagyűjtés, DNS izolálás és PCR*

Összesen 7 fajta (magyar óriás galamb, szalontai óriás galamb, alföldi buga, magyar óriás begyes, római, mondén, king) 128 egyedétől (9. ábra) vettünk vérmintát. A minták száma mintavételi helyenként a következő eloszlást mutatta: Farád (magyar óriás galamb n=2), Rábatonana (magyar óriás galamb n=2; szalontai óriás galamb n=6), Ajka (alföldi buga n=1), Monor (római n=2), Szarvas (római n=9), Csorvás (magyar óriás galamb n=17; mondén n=8; szalontai óriás galamb n=8), Orosháza (king n=7), Békéssámson (king n=15) és Balmazújváros (magyar óriás galamb n=16; mondén n=21; magyar óriás begyes n=14). A mintavételre kijelölt madaraknál követelmény volt a fajtajellegnek való megfelelés, valamint, hogy azok ne álljanak egymással rokoni

kapcsolatban, különböző, egymástól független családokból, vonalakból származóak legyenek. A vérvétel szárnyvénából történt, majd a mintát EDTA-t tartalmazó vérvételi csövekbe helyeztük, melyeket egyenként, számozással jelöltünk meg, majd -20 °C-on tároltuk azokat felhasználásig. A vérből való DNS izolálást *Zsolnai és Orbán (1999)* módszere alapján végeztük el. Az izolált DNS koncentrációját NanoDrop műszer segítségével ellenőriztük. A primerek működésének optimalizálása érdekében kétféle összetételű PCR mixet (*1. táblázat*), továbbá kétféle hőmérsékleti protokollt (*2. táblázat*) használtunk. A primerek jellemzőit a *3. táblázat* mutatja be. A PCR sikerességét 2%-os agaróz gélen való futtatással ellenőriztük.



9. ábra: Mintagyűjtésbe bevont városok

Figure 9: Sampling sites

1. Farád, 2. Rábapatona, 3. Ajka, 4. Monor, 5. Szarvas, 6. Csorvás, 7. Orosháza, 8. Békéssámson, 9. Balmazújváros

1. táblázat: PCR mix összetevők és mennyiségük 1 mintára

Table 1: Components of PCR mix and their quantity for 1 sample

Összetevők (1)	A mix (µl) (2)	B mix (µl) (3)
dNTP (2mM; Thermo Scientific, USA)	1	1
Puffer (5u/µl; Promega, USA) (4)	2	1
MgCl <sub>2</sub> (2mM; Promega, USA)	2	0,7
Forward primer (10 pmol/µl; IDT, USA)	0,1	0,1
Reverz primer (10 pmol/µl; IDT, USA)	0,1	0,1
dH <sub>2</sub> O (Millipore, USA)	3,7	5,1
GoTaq polimeráz (1,25 U; Promega, USA) (5)	0,1	0,04
DNS (6)	2	2

(1) Components, (2) Mix A, (3) Mix B, (4) Buffer, (5) GoTaq polymerase, (6) DNA

2. táblázat: A primer optimalizálás során alkalmazott hőmérsékleti protokollok

Table 2: Temperature protocols used in primer optimization

Ciklusok száma (1)	Lépés (2)	1. protokoll (3)		2. protokoll (4)	
		Hőmérséklet (5)	Idő (6)	Hőmérséklet (5)	Idő (6)
1	Kezdeti denaturálás (7)	95°C	10 perc (13)	94°C	4 perc (13)
35	Denaturálás (8)	94°C	1 perc (13)	94°C	30 másodperc (14)
	Primertapadás (9)	változó (3. táblázat) (12)	90 másodperc (14)	változó (3. táblázat) (12)	30 másodperc (14)
	Meghosszabbítás (10)	72°C	1 perc (13)	72°C	45 másodperc (14)
1	Végő meghosszabbítás (11)	72°C	10 perc (13)	72°C	10 perc (13)

(1) PCR cycles, (2) Step, (3) Protocol 1, (4) Protocol 2, (5) Temperature, (6) Time, (7) Initial denaturation, (8) Denature, (9) Anneal, (10) Extend, (11) Final extension, (12) Varies (Table 3), (13) Minute, (14) Second

## 3. táblázat: A felhasznált primerek jellemzői

I: Lee et al. (2007); II: Traxler et al. (2000); III: Achmann et al.(nem publikált); IV:

Stringham et al. (2012); V: Sathyakumar (2013)

Table 3: Characteristics of the primers used

I: Lee et al. (2007); II: Traxler et al. (2000); III: Achmann et al.(not published); IV:

Stringham et al. (2012); V: Sathyakumar (2013)

Primer jelölés (1)	Fragmen- thossz tartomány (bp) (2)	Ismétlődő szakasz (3)	Forward szekvencia 5'→3' (4)	Reverz szekvencia 5'→ 3' (5)	Allél szám (6)	Feltapa- dási hőmérsék- let – (7)	Refe- ren- cia (8)
P1	190-220	TATC	ATGTGTGTTT TGCATGAAG	ATGAAAGCCT GTTAGTGGAA	9	60°C	I
P2	265-310	TGGA	CCTTCCAACCC ACATTATT	CCAGCCTAAG TGAAACTGTC	9	60°C	I
P3	200-245	CATC	ATGGGTTTGG GATGTTTTG	GTTTGATGGA GTTGCTATTT TGCT	10	55°C	I
P4	130-170	TCCA	CCCATCTCCT GCCTGATGC	CACAGCAGGA TGCTGCCTGC	7	60°C	I
P5	250-270	TTTG	GTTCTTGGTGT GCATGGATGC	AGTTACGAAA TGATTGCCAG AAG	3	60°C	I
P6	127-150	AAAC	AAGCAATCAGA ACAGTGCTTCG	GTCCCTATGT TGCCTTCCT C	3	60°C	I
P7	170-225	TTG	CATTGGTCAGG AGGTGGTGGG	TCTGCCACTC ACTCGCCCTC	6	58°C	I
P8	68-120	CA	GATTTCTCAAG CTGTAGGACT	GTTTGATTTG GTTGGGCCAT C	25	55°C	II
P9	293-312	CATC	AGTTTTAATGA AGGCACCTCT	TGTAGCATGT CAGAAATTGG	12	60°C	III
P10	190-212	GATA	TCCAGAAGACA CAGGCTAGT	GTTTGCAAGC CCTGGTTATC TCA	8	60°C	II
P11	193-215	CAAA	CCTTCAAAGG TCACCTAGTC C	TTCCTGAAC ACCTCAGTA AAAGG	7	60°C	IV
P12	216-364	CTTT	ATGCATCAGA TTGGTATTCA A	CGTGGCTGT GAACAAAT ATG	1	60°C	V
P13	85-134	GT	GCAGTGATAA AGTTCTGGAA CA	GTTTGCCCTC ACCGTGACA TCA	21	60°C	II

P14	255-274	GT	CAGAACGTTT TGTTCTGTTT GG	TCTTGCTGC AGTCTTCAT CC	20	60°C	IV
P15	355-374	GT	GGGAGCTTAA GGGATTATTG	ATTCCTTGC ATGCCTACT TA	7	60°C	III

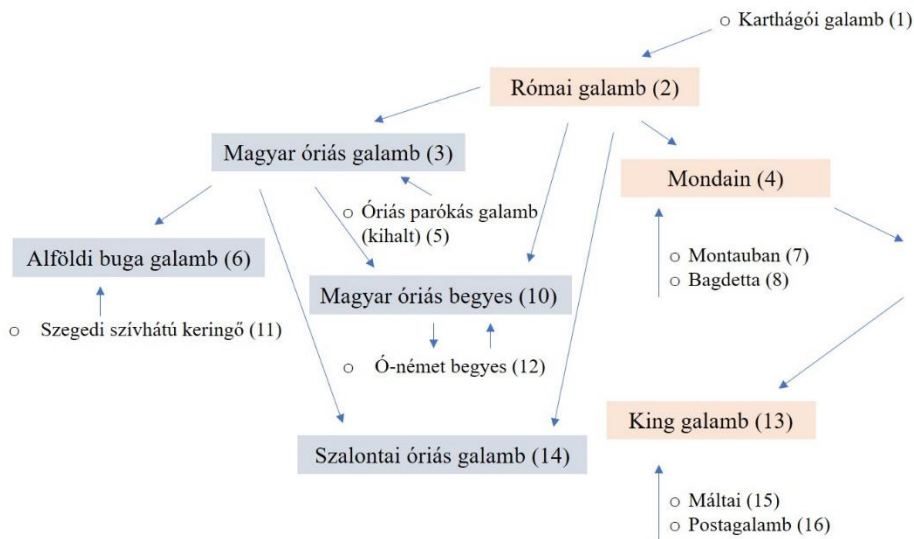
(1) Primer code, (2) Allele size range , (3) Repeat unit, (4) Forward sequence, (5) Reverse sequence, (6) Number of alleles, (7) Annealing temperatures, (8) Reference

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

### *Irodalmi adatokon alapuló történeti vizsgálat*

Az irodalmi adatok alapján a magyar óriásgalambok csoportjának fajtái között bizonyos mértékű rokoni kapcsolat mutatkozik (10. ábra). A magyar óriás galamb központi szerepet tölt be, hiszen ez az egyetlen fajta, mely az adatok alapján az összes általunk vizsgált magyar fajtával kapcsolatban áll kisebb-nagyobb mértékben. Az is kimutatható, hogy a „török galamb” kifejezés téves és helytelen megközelítés a galambok török eredetére nézve. Az elnevezés azonban kétségtelenül összefogta egykor ezeket a régi fajtákat, ami szintén utal a valamikori közös származásra. A vizsgált magyar fajták közül szinte mindegyikről elmondható, hogy kezdeti elterjedése a Nagy-Alföldre, vagy annak környezetéhez köthető, ami ismételt az egykor volt közös eredet irányába mutat. Továbbá a fajták megjelenésükben jelentős hasonlóságokat is mutatnak, a korábban leírt fajtaleírások pedig sokszor nem egyértelműek, a régi fajtaváltozatok és elnevezések pedig mind a négy fajta jellemvonásait említik.





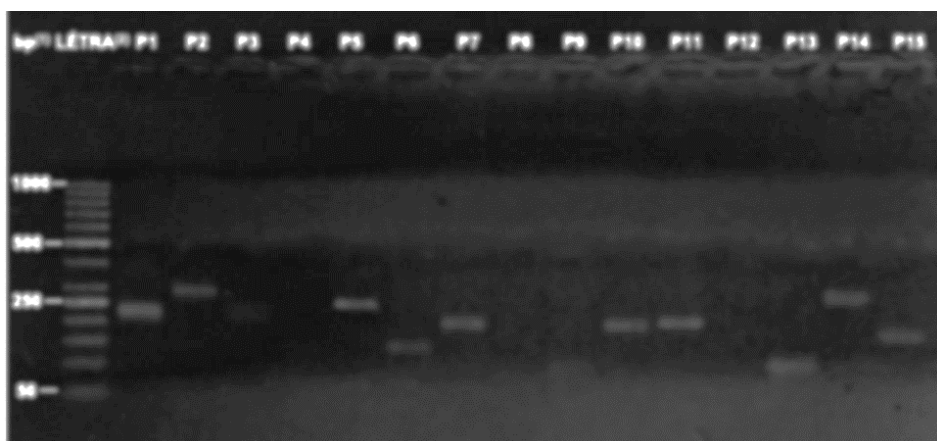
1. Karthago Pigeon, 2. Runt, 3. Hungarian Giant Pigeon, 4. French Mondain, 5. Jacobin Pigeon, 6. Buga Pigeon, 7. Montauban, 8. Bagdad, 9. Duchess, 10. Hungarian Cropper, 11. Szegedin Highflyer Pigeon, 12. Old German Cropper, 13. King, 14. Salonta Giant Pigeon, 15. Maltese Pigeon, 16. Racing Pigeon

10. ábra: A fajták egymás közötti kapcsolatai irodalmak alapján

Figure 10: Relationship between breeds based on literature

### Primer optimalizálás

A laborvizsgálat során 128 vérmintából sikerült DNS-t izolálni. A genomiális DNS koncentrációja kiugróan nagy értékeket nem mutatott, a minták átlagosan 37,6 ng/μl értékű koncentrációt mutattak, mely elegendő a PCR módszer alkalmazásához. Összesen 15 mikroszatellit primert teszteltünk, 2 PCR mix és 2 hőmérsékleti protokoll felhasználásával. A primerek közül 8 jól (P1, P2, P5, P7, P10, P11, P13, P14) a fennmaradó hét közül 1 (P15) szintén jól, de nem az irodalomban megadott fragmenthossz tartományon belül, 1 gyengébben (P6), 5 pedig egyáltalán nem (P3, P4, P8, P9, P12) működött (11. ábra). A hatékonyan amplifikáló primerpárok optimális PCR mix összetételét és hőmérsékleti protokollját a 4. táblázatban foglaltuk össze. Az előzetes eredményeket tekintve a primerek optimalizálása többségében sikeresnek mondható, és a megfelelő hatékonysággal működő mikroszatellit primerek száma kellően részletes vizsgálatokat tesz majd lehetővé a későbbi kutatások során.



11. ábra: A tesztelt primerek PCR termékei 2%-os agaróz gélen  
 Figure 11: PCR products of the tested primers on 2% agarose gel

1. Base pair, 2. Ladder

4. táblázat: A hatékonyan amplifikáló primerpárok optimális PCR mix összetétele és hőmérsékleti protokollja

Table 4: The optimal PCR mix and temperature protocol for the successfully amplified primer pairs

Primer	PCR mix	Hőmérsékleti protokoll (1)
P1	A, B	1, 2
P2	B	2
P5	A, B	1, 2
P7	A	1
P10	B	2
P11	B	2
P13	B	2
P14	B	2

(1) Temperature protocol

A kutatás következő lépése minden vizsgálatba vont egyed fragment analízise. A genotípusok ismeretében statisztikai analízisek segítségével határozzuk meg a

különböző diverzitás mutatókat, genetikai távolságokat és a galambfajták közötti filogenetikai kapcsolatot.

## **THE FIRST STEPS OF THE GENETIC EXAMINATION OF THE NATIVE HUNGARIAN GIANT PIGEON GROUP - PRELIMINARY RESULTS**

BÍBORKA SIPOS<sup>1</sup> - ZOLTÁN BAGI<sup>1</sup> - SZILVIA KUSZA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Debrecen Institutes for Agricultural Research and Educational Farm,  
Debrecen

<sup>2</sup>University of Debrecen Animal Genetic Laboratory,  
Debrecen

### **SUMMARY**

The decline of pigeon breeding and the decreasing popularity of native breeds endanger the survival of Hungarian pigeon breeds. In order to protect these breeds, we have to reveal their history, genetic structure and phylogenetic relationships of populations. Four native giant pigeon breeds and three non-native pigeon breeds were included in this study. From the point of view of the Hungarian pigeon breeding, the Hungarian Giant House Pigeon, the Salonta Giant Pigeon, the Buga Pigeon and the Hungarian Cropper are dominant breeds and these breeds represent a unique value both at nationally and internationally level. Three non-native breeds (Runt, French Mondain, King) with similar body sizes and properties were also involved in this study, which could have contributed to the development of these Hungarian breeds. Based on our results, the examined Hungarian breeds are typical of the Great Plain in their spread. The similarity between varieties is unquestionable too. According to the literature data, their origin show connection points, which suggests relatives affinity between them. The use of molecular biology methods can contribute to the conservation of varieties in vitro. In some cases, genetic studies have been carried out on domestic pigeon breeds, but according to our knowledge, it have not yet been carried out on population genetic and phylogenetic studies on Hungarian pigeon breeds. In the present study, we collected blood samples from 7 breeds in Hungary. Following DNA isolation, a total of 15 microsatellite primers were tested using by 2 PCR mixes and 2 temperature protocols. 8

primers (P1, P2, P5, P7, P10, P11, P13, P14) were found to be suitable for use in further studies.

As further step of the research, we use these primers in order to determine the genetic diversities values and phylogenetic history of the studied breeds. The results are expected to confirm the origin of the examined breeds and give a picture of the genetic structure of the Hungarian populations.

**Keywords:** domestic pigeon, native, historical study, microsatellite, primer optimalization

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Szeretnénk köszönetünket kifejezni azoknak a tenyésztőknek, akik hozzájárultak a mintavételhez, valamint a tenyésztői interjúk során átadták a fajtákkal kapcsolatos ismereteiket és tapasztalataikat.

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.2-16-2017-00001 számú, "Komplex vidékgazdasági és fenntarthatósági fejlesztések kutatása, szolgáltatási hálózatának kidolgozása a Kárpát-medencében" című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOM

*Bagdi F.* (2014): A Magyar Óriás Begyes Galamb. Kézirat, 66 p.

*Bagi Z.* (2009): Őshonos magyar galambfajták helyzete és védelme. Szakdolgozat. Debreceni Egyetem.

*Bagi Z. – Kusza Sz.* (2014): A magyar galambtenyésztés által őrzött értékek. *Acta Agraria Debreceniensis* = Agrártudományi Közlemények. 57, 9-14.

*Balassa Gy.* (1901): Az okszerű galambtenyésztés. Ferenczi B., Miskolc.

*Bangó F.* (1964): A galambtenyésztésről. Mezőgazdasági kiadó, Budapest.

*Bárány I.* (2009): Őstermelő gazdálkodók lapja. 29, (3) 137-139.

*Bárány I.* (2017): Magyar tájak galambfajtái. V-61 Alba Regia Galamb- és Kisállattenyésztők Egyesülete, Székesfehérvár.

*Batta L.* (1987): Galamb fajtaleíró könyv. Magyar galamb- és Kisállattenyésztők Országos Szövetsége, Budapest.

- Bigi, D. – Mucci, N. – Mengoni, C. – Baldaccini, E.N. – Randi, E.* (2016): Genetic investigation of Italian domestic pigeons increases knowledge about the long-bred history of *Columba livia* (Aves: Columbidae). *Italian Journal of Zoology*, 83(2), 173-182.
- Darwin, C.R.* (1868): *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, Volume 1 (London: John Murray).
- Dybuss, A. – Kmiec, M.* (2002): PCR-RFLPs within the lactate dehydrogenase (LDH-A) gene of the domestic pigeon (*Columba livia* var. *domestica*). *Journal of Applied Genetics*, 43, (4) 501-504.
- Fodor J.* (2018): Az alföldi bugagalamb kialakulása. *Galamb és kisállat magazin*. 60, (2) 2-3.
- Horn P.* (1991): *Galambtenyésztők kézikönyve*. Mezőgazdasági kiadó, Budapest.
- Hunyadvári Á.* (2003): *Magyar galambfajtáink és a galambsport*. Természetvédelmi Alapítvány, Csorvás.
- Jacob, G. – Prévot-Julliard, A.C. – Baudry, E.* (2015): The geographic scale of genetic differentiation in the feral pigeon (*Columba livia*): implications for management. *Biological invasions*, 17(1), 23-29.
- Kiss J. – Béres E.* (2008): *Gondolatok és vélemények a magyar galambfajták kitenyésztéséről*. Bába Kiadó, Szeged.
- Lee, J. C. – Tsai, L. C. – Kuan, Y. Y. – Chien, W. H. – Chang, K. T. – Wu, C. H. – Hsing, A. L. – Hsieh, M.* (2007): Racing pigeon identification using STR and chromohelicase DNA binding gene markers. *Electrophoresis*. 28, (23) 4274-4281.
- Levi, W.M.* (1965): *Encyclopedia of Pigeon Breeds* (Sumter, SC: Levi Publishing).
- Levi, W.M.* (1986): *The Pigeon*, Second Revised Edition (Sumter, SC: Levi Publishing).
- Mackrott, H.* (1998): *Galambtenyésztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Makra G.* (2018): A fajta tenyésztésének nehézségei. *Galamb és kisállat magazin*. 60, (7) 11-12.
- Mannen, H. – Tsoi, S.C. – Krushkal, J.S. – Li, W.H. – Li, S.S.* (1997): The cDNA cloning and molecular evolution of reptile and pigeon lactate dehydrogenase isozymes. *Molecular Biology and Evolution*, 14, (11) 1081-1087.
- Markert, C.L. – Shaklee, J.B. – Whitt, G.S.* (1975): Evolution of a gene. *Science*. 189, (4197) 102-114.
- Meleg I.* (2001): *A galamb és tenyésztése 2*. Gazda kiadó, Budapest.

- Péterfi I. (1961): A házigalamb és tenyésztése. Mezőgazdasági és Erdész Kiadó.
- Péterfi I. (1970): A házigalamb és tenyésztése. Ceres Könyvkiadó, Bukarest.
- Ramadan, S. – Abe, H. – Hayano, A. – Yamaura, J. – Onoda, T. – Miyake, T. – Inoue-Murayama, M. (2011): Analysis of Genetic Diversity of Egyptian Pigeons Breeds. Journal of Poultry Science. 48, (2) 79-84.
- Ramadan, S. – Dawod, A. – El-Garhy, O. – Nowier, A. M. – Eltanany, M. – Inoue-Murayama, M. (2018): Genetic characterization of 11 microsatellite loci in Egyptian pigeons (*Columba livia domestica*) and their cross-species amplification in other Columbidae populations. Veterinary world. 11, (4) 497.
- Sathyakumar, S. (2013): Eighteen polymorphic microsatellites for domestic pigeon *Columba livia var. domestica* developed by cross species amplification of chicken markers. Journal of genetics, 92(2), 86-89.
- Schmitt, H. – Roll, R. (2010): Galamblexikon. Elektra Kiadóház, Érd.
- Smith, L. M. – Burgoyne, L. A. (2004): Collecting, archiving and processing DNA from wildlife samples using FTA databasing paper. BMC Ecology. 4, (1) 4.
- Stringham, S.A. – Mulroy, E.E. – Xing, J. – Record, D. – Guernsey, M.W. – Aldenhoven, J.T. – Shapiro, M.D. (2012): Divergence, convergence, and the ancestry of feral populations in the domestic rock pigeon. Current Biology. 22, (4). 302-308.
- Szalay I. (2017): Génbanki kutatások régi haszonállataink védelmében. Mezőgazda lap és Könyvkiadó, Budapest.
- Szűcs L. (1990): Galambok a ház körül. Magyar Galamb- és Kisállattenyésztők Országos Szövetsége, Budapest.
- Teremi G. (1956): A galamb. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Traxler, B. – Brem, G. – Müller, M. – Achmann, R. (2000): Polymorphic DNA microsatellites in the domestic pigeon, *Columba livia var. domestica*. Molecular ecology. 9, (3) 366-368.
- Winkler J. (1925): Galambtenyésztés. Szerző kiadása, Budapest.
- Zsolnai A. – Orbán L. (1999): Accelerated separation of random complex DNA patterns in gels: comparing the performance of discontinuous and continuous buffers. Electrophoresis. 20, (7) 1462-1468.

**Internetes hivatkozások:**

I1: <http://www.pointernet.pds.hu/ujsgok/agraragazat/2013/03/20130409144009870000000979.html> (2018.09.10.)

I2: <https://diszgalamb.gportal.hu/gindex.php?pg=36241705> (2018.09.10)

I3: <http://www.szalontaioriasgalamb.hupont.hu/10/az-aprojoszag-19921szamaban-jelent-meg-meleg> (2018.09.15.)

I4: <http://kisallattenyesztes.hu/Egy-Jobb-Sorsra-Erdemes-Fajta-Az-Alfoldi-Buga-Galamb/> (2018.09.16.)

I5: <http://pigeons-hungary.hupont.hu/3/magyar-orias-begy-es-galamb-fajta-tortenelmi> (2018.09.21.)

I6: <http://pigeons-hungary.hupont.hu/14/magyar-orias-begy-es-galamb-fajta-tortenelmi> (2018.09.21.)

I7: <https://www.mondainklub.hu/a-francia-mondain/> (2018.09.16.)

I8: <https://ghr.nlm.nih.gov/gene/LDHA#resources> (2019.03.12.)

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

BÍBORKA SIPOS

University of Debrecen

Laboratory of Animal Genetics

Böszörményi út 138.

Debrecen

Hungary

H-4032

E-mail: [biborka0501@gmail.com](mailto:biborka0501@gmail.com)

BAGI ZOLTÁN

University of Debrecen

Institutes for Agricultural Research and Educational Farm

Böszörményi út 138.

Debrecen

Hungary

H-4032

E-mail: [bagiz@agr.unideb.hu](mailto:bagiz@agr.unideb.hu)

KUSZA SZILVIA

University of Debrecen

Laboratory of Animal Genetics

Böszörményi út 138.

Debrecen

Hungary

H-4032

E-mail: [kusza@agr.unideb.hu](mailto:kusza@agr.unideb.hu)





## MEZŐGAZDASÁGI VÁLLALKOZÁSOK FINANSZÍROZÁSA

SZALKA ÉVA<sup>1</sup> – PÁLL ZSOMBOR<sup>2</sup> – REITER SZILVIA<sup>2</sup> – FILEP BÁLINT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup>Agrárminisztérium

Tudásalapú Agrárgazdaságért Felelős Főosztály

Budapest

<sup>3</sup>Széchenyi István Egyetem

Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar

Győr

### ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország egyik fő stratégiai célkitűzése egy, a fejlett országokkal összehasonlítva is versenyképes, gazdasági, környezeti és társadalmi szempontból egyaránt hosszútávon fenntartható mezőgazdaság, amely teljesítményének állandó növekedése és hozzáadott értékének folyamatos növelése révén aktívan hozzájárul a nemzetgazdaság fejlődéséhez és a vidéki térségek munkahelyeinek gyarapításához, garantálja az ország biztonságos élelmiszer-alapanyag ellátását.<sup>1</sup>

Mint minden vállalkozás, a mezőgazdasági vállalkozások számára is fontos, hogy a megfelelő növekedési lehetőséget, illetve az ehhez szükséges forrásokat válasszák ki. Az üzletmenethez szükséges források belső és külső források lehetnek. Tanulmányunk célja, hogy átfogó képet adjon a mezőgazdasági vállalkozások külső finanszírozásáról, külön vizsgálva az egyéni vállalkozásokat és a gazdasági szervezeteket.

**Kulcs szavak:** mezőgazdaság, külső források, hitelezés

---

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

## BEVEZETÉS

Magyarország természeti adottságainak is köszönhetően évszázadok óta jelentős, nemzetközi szinten ismert és elismert mezőgazdasági termelést folytat, melynek meghatározó hányadát a hazai élelmiszeripar dolgozza fel. A mérsékelt klíma, a kiváló termőföld és a mezőgazdaság számára rendelkezésre álló vízvagyon biztosítja, hogy megfelelő technológiával és tudással ne csak a hazai lakosságot lássa el kiváló minőségű és biztonságos élelmiszerekkel, hanem exportálhasson is jelentős mennyiségű élelmiszert más országok fogyasztói számára.<sup>2</sup>

Az agrárágazat tevékenységének elemzése komplex feladat, mert a kérdéskörnek számos, mélyreható természeti-társadalmi-gazdasági-technológiai összefüggése van. Nem hagyható figyelmen kívül a birtokviszonyok, a méretgazdaság alakulása, a modern technika, a technológia hatékony / gazdaságos alkalmazása, a szervezeti struktúra, a hálózatosodás szerepe, a beszerzési és értékesítési piaci lehetőségek figyelembe vétele, a marketing, a jog, a pénzügyi eszközök ismerete, a motiváció, a profitorientáltság / -kényszer megléte, a digitalizáció felhasználása / alkalmazása. Figyelembe kell venni mindezek mellett az ágazat tevékenységeinek megítélése során a szezonális, az időjárási viszonyok fel- / kihasználási lehetőségeinek bővítését, illetve az agrárkamarai tanácsadás komplexitásának erősítését. Ebből adódóan az ágazat helyzetének reális elemzéséhez holisztikus gondolkodásra, a rendszerszemléletre van szükség. Jelen tanulmányunkban a mezőgazdasági vállalkozásokra ható tényezők egy szegmensét, a finanszírozás néhány összefüggését vizsgáljuk.

A mezőgazdasági vállaltok növekedéséhez, versenyképességük megtartásához forrásokra van szükség, melyek a saját források mellett lehetnek különböző típusú támogatások, kötvények valamint banki hitelek. Az agrárhitelezéssel foglalkozó szakemberek egy része szerint a jelenlegi hazai hitelintézeti gyakorlat nem tolerálja a mezőgazdasági tevékenység azon sajátosságát, hogy a gazdálkodás szezonális, illetve a naptári és gazdálkodási év nem esik egybe (*Alvincz, 2001*).

Az agrárágazat eltérő finanszírozási megoldásokat igényel, mint a többi nemzetgazdasági ágazat (*Bíró, 2009*). Az ágazat finanszírozása mindig is problematikus volt, hisz az alacsony jövedelmezőség, a piaci problémák és a magas eladósodottság

---

<sup>2</sup> B/1360. számú jelentés az agrárgazdaság 2016. évi helyzetéről

jellemzi. A pénzügyi válság hátrányosan érintette az agrárvállalkozásokat. A pénzügyi szereplők óvatosabbak lettek, kerülték a kockázatokat, így az ágazat még nehezebb helyzetbe került a finanszírozás tekintetében (Fábián et al., 2010).

Ugyanakkor az elmúlt években már tapasztalható változás, egyre inkább előtérbe kerül a stratégiai ágazatként kezelt mezőgazdaság finanszírozása, élesedik a verseny a bankoknál az agrárügyfelekért. Sorra alapítják, és fejlesztik a pénzintézetek az agrárkompetencia központjait. Ennek háttérében a mezőgazdasági vállalkozások stabilitása, az alacsony csődráta áll, ami elsősorban a kiszámítható finanszírozási forrásnak tekinthető jövedelempótló agrártámogatásnak és a földnek, mint helyhez kötött erőforrásnak köszönhető.

## **A MEZŐGAZDASÁG SZEREPE A NEMZETGAZDASÁGBAN**

Az előzetes adatok szerint a mezőgazdaság a bruttó hazai termék (GDP) termeléséhez 3,6%-kal járult hozzá 2018-ban. A bruttó hozzáadott értékből 4,3%-ot adott az agrárium, a beruházásokban 4,0, a foglalkoztatásban 4,8% volt az aránya 2018-ban. 2016-ban a hozzáadott érték bővülése kedvező irányban változtatta a nemzetgazdaság teljesítményét, 0,5 százalékponttal emelte a GDP-t. 2017-ben azonban a mezőgazdaság 0,3 százalékponttal mérsékelte a növekedést, bruttó hozzáadott értéke 8,1%-kal csökkent az előző évhez képest (1. táblázat).<sup>3</sup>Az elmúlt évben a mezőgazdaság bruttó hozzáadott értékének volumene 5,3 százalékponttal emelkedett, ennek köszönhetően 0,2 százalékponttal emelte a gazdasági növekedés ütemét.

---

<sup>3</sup> KSH, A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2017)

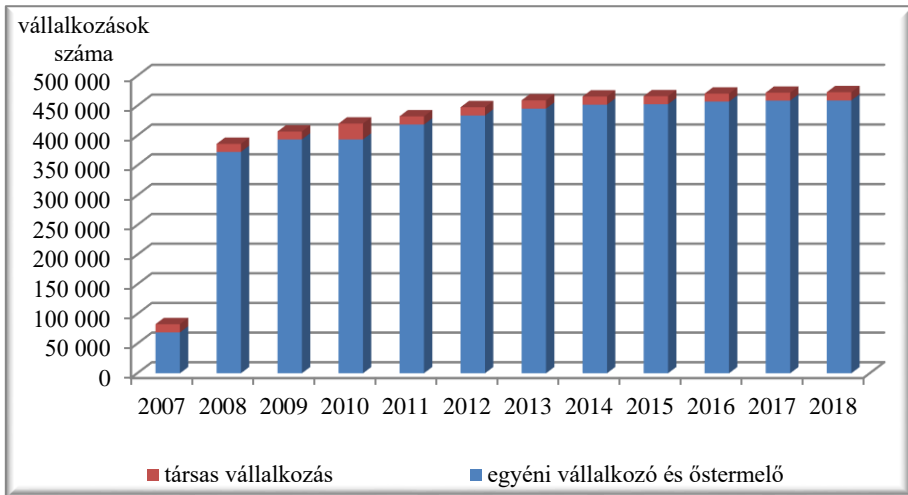
*1. táblázat: A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2007-2018) (%)**Table 1: The role of agriculture in the national economy*

Év	A mezőgazdaság részaránya		
	a bruttó hazai termék (GDP) termelésben	a bruttó hozzáadott érték	a beruházásban
2007	3,4	4,0	3,7
2008	3,4	3,9	4,7
2009	3,0	3,5	5,6
2010	3,0	3,5	4,8
2011	3,9	4,6	5,6
2012	3,8	4,6	5,8
2013	3,9	4,6	5,9
2014	4,0	4,7	6,0
2015	3,7	4,4	4,8
2016	3,7	4,4	5,0
2017	3,3	3,9	4,8
2018	3,6*	4,3*	4,1*

\*Agrárminisztérium adata

Forrás: KSH, A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2017), KSH adatok

A mezőgazdasági tevékenységet folytató vállalkozások száma 2007-2018. között folyamatosan emelkedett. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy ha a vállalkozási formát vizsgáljuk, akkor az egyéni vállalkozások dominálnak, s ezek száma évről évre ugyancsak növekedett. (1. ábra). Összességében látnunk kell azonban, hogy a magyar mezőgazdaság termelésének döntő hányadát a nagyüzemek adják.



Forrás: Saját szerkesztés a KSH (2018) adatai alapján

*1. ábra:* A mezőgazdasági vállalkozások számának alakulása

*Figure 1:* The evolution of the number of agricultural enterprises

## FINANSZÍROZÁS

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

Az elméleti közgazdászok egyik jellegzetes kutatási témája a vállalati méretek, illetve a gazdasági növekedés közti kapcsolat elemzése. *Robert Gibrat* 1931-ben írott értekezésében azt állította, hogy a növekedés nem függ a cég méretétől, az arányos növekedés egy szabály által meghatározott (Gibrat-törvény). A megítélés az eltelt időszakban jelentősen módosult.

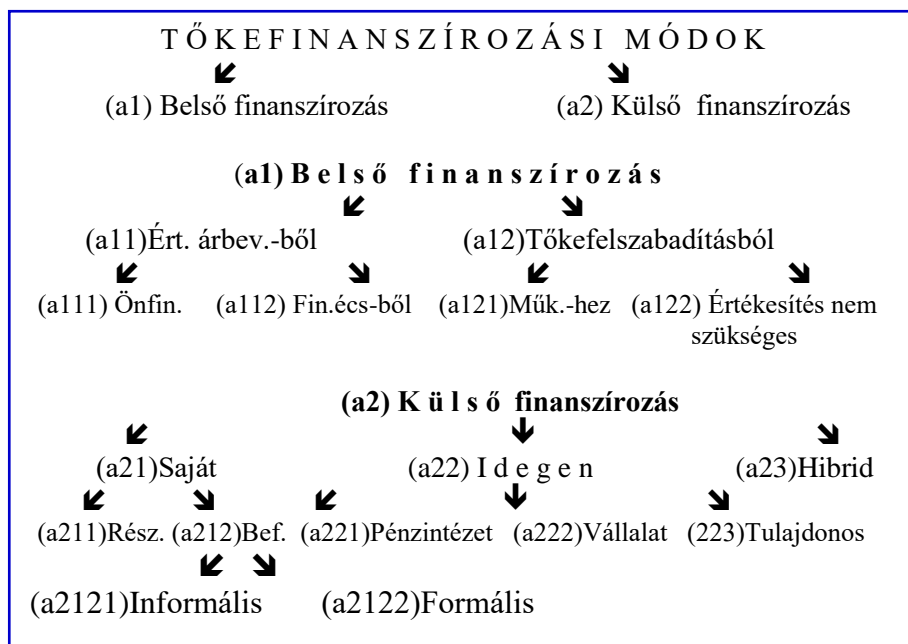
A vállalatok növekedési lehetőségét tekintve két finanszírozási formáról beszélhetünk: egyrészt belső finanszírozásról, ami történhet a megtermelt források működésbe történő

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

Az üzleti folyamatokat különböző finanszírozási eljárások kísérik. A finanszírozási eljárások alatt a rövid és hosszú lejáratú, valamint a tartós forrásszerzés különböző módjait értjük. A hosszú lejáratú és a tartós forrásszerzést – az 1 évnél hosszabb távú időtartam miatt – tőkefinanszírozásnak nevezzük. A vállalati tőke finanszírozás a tőkeszerzés és visszafizetés összes intézkedését, valamint a tőkeszerző vállalat és a tőkejuttató(k) közötti fizetési, információs, ellenőrzési és biztosítási kapcsolatok kiépítését is felöleli. A vállalkozások tőkeszerzési esélyük valóra váltását egyrészt az ideiglenes tőkejuttatókban, a hitelezőkben, másrészt pedig a tartós tőkejuttatókban, vagyis a természetes tulajdonosokban vélik megtalálni (Katits, 2017).

A tőkeszerzési lehetőségek feltárásához Katits (2017) javasolja az ún. *többlepcsős választást*, amit a 2. ábra szemléltet.

Az egyik szerint az ábra alátámasztja azt, hogy a döntési problémákat a gyakorlatban, majdnem kivétel nélkül, több lépcsőben oldjuk meg: az alapvető döntés után – vajon belső(a1) vagy külső(a2) finanszírozás lehetséges – további döntési igény adódik, amit újra egy köztes lépcső követ(a11, a21, és így tovább). A példa kedvéért, a köztes lépcsőben – amikor az alapvető döntés külső tőke szerzése (a2) – arról kell dönteni, hogy saját(a21) vagy idegen(a22) tőke között válasszunk. A példát tovább folytathatjuk az 'a22-lépcsőfokon' újabb lépcsők beiktatásával, azzal, hogy milyen hitelintézetnél, mekkora futam- és lejáratú idővel, milyen biztosítékkal, és adott esetben, milyen kamatfizetés és törlesztés mellett szerezhethetünk idegen tőkét (Katits, 2017).



Forrás: Katits, E. (2017)

2. ábra: A többlépcsős vállalati tőkefinanszírozási döntés lépcsőfokai

Figure 2: Steps of a multi-stage corporate equity financing decision

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)

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

A bank a vállalkozás részére pénzt ad egy előre meghatározott cél megvalósítása érdekében (Kovács, 2013). A bankkölcsönöket időtáv szerint két csoportba lehet sorolni:

*Rövid-távú kölcsönök:* Ezek jellemzően éven belüli kölcsönök, amelyek a rövid lejáratú kötelezettségeken belül jelennek meg az eredménykimutatásban. Céljuk jellemzően a likviditás biztosítása a vállalat számára.

*Hosszú-távú kölcsönök:* Ezek jellemzően éven túli hitelek, melyeknek a visszafizetése több évet is igénybe vesz a vállalatok számára. Az eredménykimutatásban a hosszú lejáratú kötelezettségek között jelennek meg ezek a tételek.

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 az eladósodottsága nem növekszik és a tulajdonosi arányt is képesek kedvező szinten tartani. A vállalatok tehát képesek megőrizni a függetlenségüket, 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 kölcsönfelvételek jelentős nagysága esetén a vállalatok egyre nehezebben tudják visszafizetni azokat. Az adósság rendezése további hitelek felvételére ösztönözheti a vállalatokat, amely végül adósságcspadához vezet. Ez fizetéképtelenséghez és csődhöz is vezethet. A tulajdonosi arány túlzott csökkenése is egy nagyon kedvezőtlen előjel a vállalatok számára, ami szintén a válsághoz köthető (Katits, 2010).

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.

A vállalati növekedés realizálásához belső és külső finanszírozási forrás egyaránt szükséges, azonban a szükséges forrásmennyiséget csak körültekintő finanszírozási helyzetelemzés során állapíthatjuk meg: a rendelkezésünkre álló belső finanszírozási források ismeretében tudjuk meghatározni a szükséges külső forrás nagyságát. A vállalati fellendülés és prosperálás szakaszában jelentkező átmeneti tőkehiány egyedüli eszköze a külső tőkefelvétel, mivel a cég belső finanszírozási forrásainak



felhalmozódása időben lassúbb a tőkeigény keletkezéséhez képest (*Szalka – Katits., 2018*).

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 tartására.

## **ANYAG ÉS MÓDSZER**

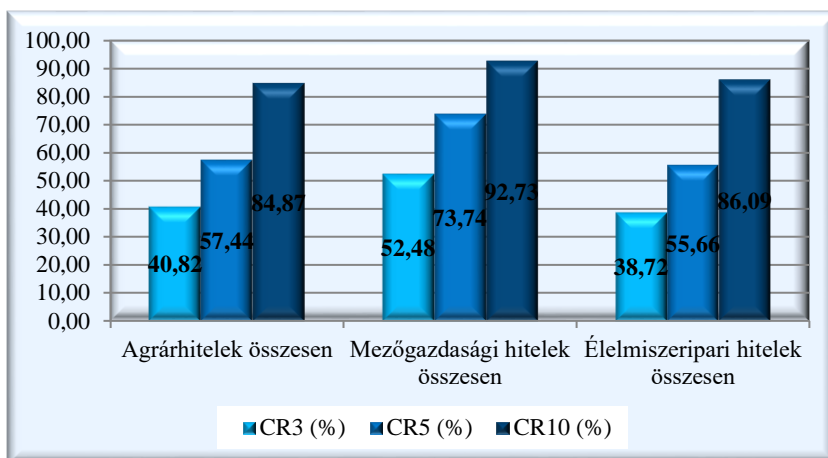
Az agrárgazdaság hiteleiről 2015-ben indított adatgyűjtést az Agrárminisztérium az egyéni gazdaságok/vállalkozások adatszolgáltatása alapján, amely 2016-ban kiegészült a gazdasági szervezetekkel. Az adattartalom 2016-ban kibővült a piaci alapú hitelekkel, valamint az élelmiszeripar esetében egy részletesebb (szakágazati szintű) főtevékenység szerinti bontással. A 2019. évtől kezdődően a támogatás előfinanszírozó hitelekkel és a teljes hitelállományra vonatkozóan a vállalkozás mérete szerint bontással (kkv bontás) gazdagodott az adatok köre. A statisztikai adatok tartalmazzák az agrárgazdaságban működő egyéni gazdaságok/vállalkozások és gazdasági szervezetek teljes (piaci alapú és támogatott) hitelállományát és az adott negyedév alatt folyósított új hiteleit a hitelfelvevő gazdálkodási formája, főtevékenysége, a hitel pénzneme, a hitelcél, és futamidő szerint.

A vállalkozások besorolása a gazdasági tevékenységek egységes ágazati osztályozási rendszere (TEÁOR'08) szerint, a méret szerinti besorolása pedig a kis- és középvállalkozásokról, fejlődésük támogatásáról szóló 2004. évi XXXIV. törvény alapján történt.

Felhasznált adatforrások: az OSAP (Országos Statisztikai Adatfelvételi Program) 1703-as számú. az agrárgazdaság hitelei és a támogatás mellett igényelt agrárgazdasági hitelek című adatgyűjtése. Az adatgyűjtés adatszolgáltatói: bankok, szakosított hitelintézetek, a külföldi hitelintézetek 100 milliárd forintot meghaladó mérlegfőösszeggel rendelkező magyarországi fióktelepei, valamint a szövetkezeti hitelintézetek (3. ábra). Az adatgyűjtésben szereplő 31 pénzügyintézetből 2018 IV. negyedévében összesen 4 adott nullás adatszolgáltatást. Az adatgyűjtés teljes körű.

## AZ AGRÁRGAZDASÁG TELJES HITELÁLLOMÁNYA

Az agrárgazdaság hitelpiaca koncentrált, a három legnagyobb hitelállománnyal rendelkező bank (3. ábra) a mezőgazdasági hitelek több mint felét, az élelmiszeripari hitelek több mint harmadát tudhatta magáénak 2018 végén. Az öt vezető bank részesedése a mezőgazdaság hiteleiből közel háromnegyed, az élelmiszeripar hiteleiből pedig 56% volt.

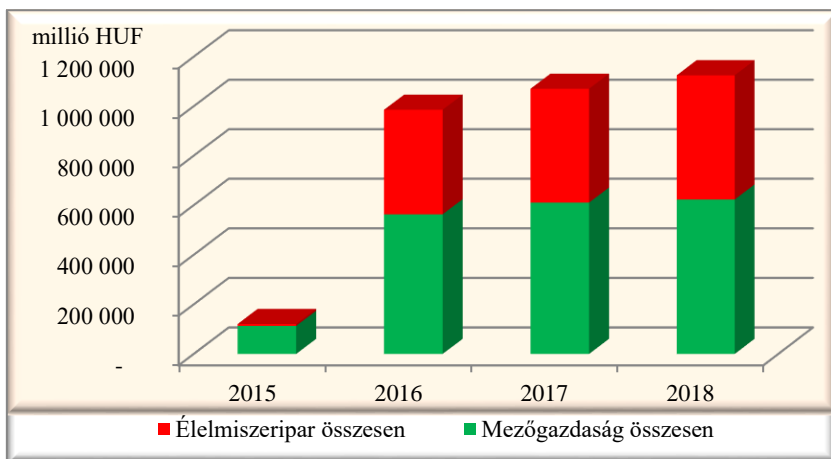


Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai lapján

3. ábra: Az agrárhitelezésben részt vevő pénzüzetek CR3, CR5 és CR10 mutatója  
2018. IV. negyedévben

Figure 3: CR3, CR5 and CR10 indicators for financial institutions involved in  
agricultural lending 2018 IV. Quarter

Az ágazat hitelállományának alakulását mutatja be a 4. ábra. A 2016-os évben látható növekedés nagyrészt a mintában szereplő vállalozási köre bővülésének tudható be, ugyanakkor az is tény, hogy bekerültek az NHP keretében felvett hitelek, és beindult 2016. III. negyedévben a földvásárlási hitelprogram. 2016-tól minden évben emelkedés figyelhető meg az előző évhez képest, 2017-ben 8,64%-os, 2018-ban pedig 5,07%-os.

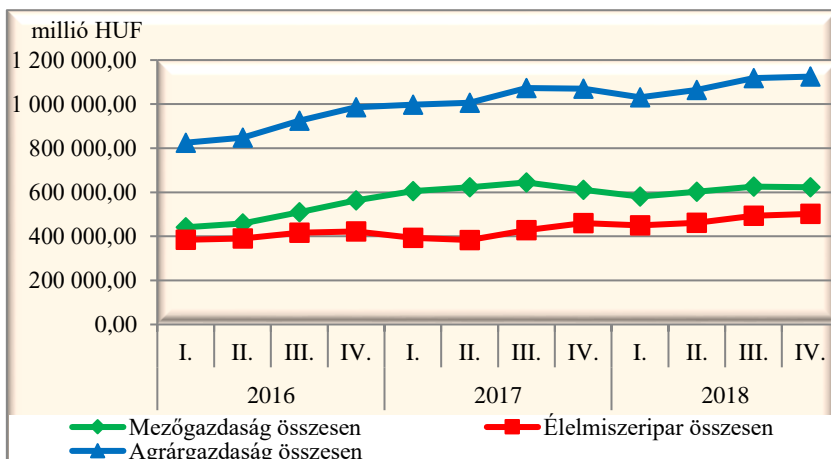


Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai alapján

4. ábra: Az agrárgazdasági hitelállomány alakulása

Figure 4: The evolution of the agricultural credit portfolio

A hitelállomány 2016-2018 közötti alakulását szemlélteti az 5. ábra. A mezőgazdasági hitelállomány mennyisége 2007. III. negyedévéig folyamatosan emelkedett, majd egy enyhe visszaesés tapasztalható, és 2018. első negyedév végén elérte a mélypontot. 2018 folyamán a növekedés kissé hullámzó képet mutatott, de év végére ismét növekedésnek indult (+2,02% előző év azonos időszakához képest), habár összege nem érte még el a 2017. III. negyedéves korábbi csúcst. Az élelmiszeripar esetében már 2017. II. negyedévében tapasztalható a csökkenés, ezután azonban növekedést mutat, és 2018. IV. negyedévében a legmagasabb a hitelállomány értéke.

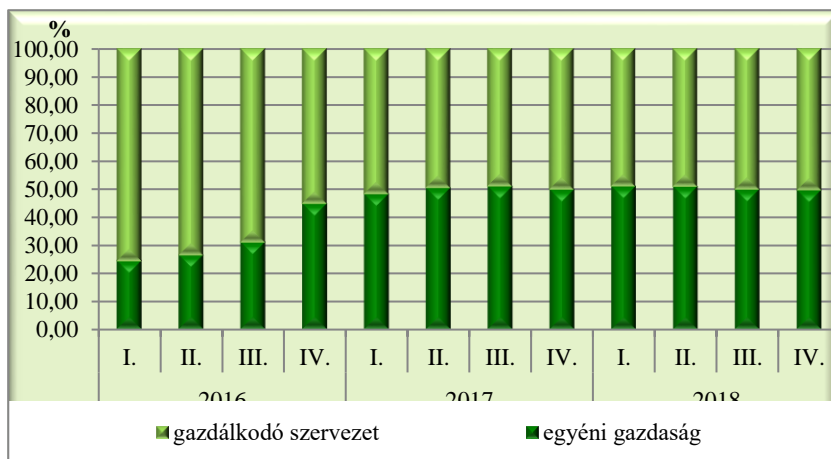


Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai lapján

5. ábra: Az agrárgazdasági hitelállomány alakulása negyedéves bontásban

Figure 5: The development of agribusiness loans per quarter

A továbbiakban a mezőgazdaság hitelállományát vizsgáljuk részletesen. A mezőgazdasági hitelállomány megoszlását szemlélteti az 6. ábra. A 2016.év első három negyedévében a hitelek közel háromnegyedét a gazdálkodó szervezetek kapták meg, majd a negyedik negyedévtől az arány szinte teljesen kiegyenlítődtött (50,49-49,51%), és az óta pedig e körül az érték-pár körül látszik stabilizálódni. Az egyéni gazdaságok hitelállományának több mint a felét minden negyedévben az egyéni vállalkozások kapták, igaz az időszak végére egyre csökkenő mértékben. A gazdálkodó szervezetek esetében a Kft.-k hitelállománya 60 % feletti, jelentős még a részvénytársaságok hitelállománya (2. táblázat).



Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai alapján

6. ábra: Az egyéni gazdaságok és gazdasági szervezetek hitelállományának megoszlása negyedéves bontásban

Figure 6: The distribution of agricultural loans per quarter

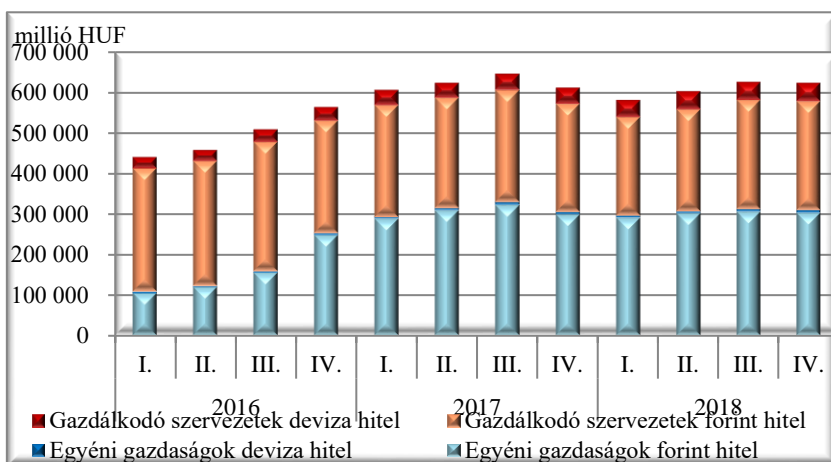
2. táblázat: A mezőgazdasági hitelek megoszlása gazdálkodási formák szerint

Table 2: The distribution of agricultural loans by legal forms

Gazdálko- dási forma	2016				2017				2018			
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
Östermelők	34,53	36,20	35,81	47,93	49,72	50,56	48,94	42,95	44,80	46,09	45,45	44,37
Egyéni vállalkozások	65,47	63,80	64,19	52,07	50,28	49,44	51,06	57,05	55,20	53,91	54,55	55,63
<b>Egyéni gazdaságok ÖSSZESEN</b>	<b>24,63</b>	<b>26,68</b>	<b>31,27</b>	<b>44,85</b>	<b>48,30</b>	<b>50,49</b>	<b>51,08</b>	<b>49,95</b>	<b>51,04</b>	<b>50,90</b>	<b>49,96</b>	<b>49,67</b>
Kft	60,26	60,18	60,57	64,68	64,87	65,23	65,57	66,81	67,42	66,45	65,97	66,51
Kkt.	0,97	1,22	1,36	1,09	1,38	1,15	1,31	1,24	1,29	1,35	1,44	1,38
Rt.	33,46	33,12	32,55	28,62	27,92	27,63	26,58	25,99	25,41	25,98	26,63	26,36
Bt.	1,43	1,55	1,56	1,67	1,66	1,81	2,22	1,99	1,77	1,79	1,77	1,76
Szövetkezet	3,73	3,76	3,80	3,59	3,83	3,90	4,01	3,70	3,81	4,14	3,90	3,72
Egyéb	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	0,28	0,28	0,26
<b>Gazdálkodó szervezetek ÖSSZESEN</b>	<b>75,37</b>	<b>73,32</b>	<b>68,73</b>	<b>55,15</b>	<b>51,70</b>	<b>49,51</b>	<b>48,92</b>	<b>50,05</b>	<b>48,96</b>	<b>49,10</b>	<b>50,04</b>	<b>50,33</b>

Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai alapján

Ha szétbontjuk a felvett hiteleket forint- illetve deviza alapúra, akkor a 7. ábrán látható megoszlást kapjuk. Az egyéni gazdaságoknál a devizában felvett hitel csak mintegy 3%-a az összes hitelnek, míg a gazdasági szervezeteknél ez az arány 8-15% között mozog a vizsgált időszakban. A mezőgazdaság egészében tehát hangsúlyosan a forinthitelek a meghatározóak gazdálkodási formától függetlenül.

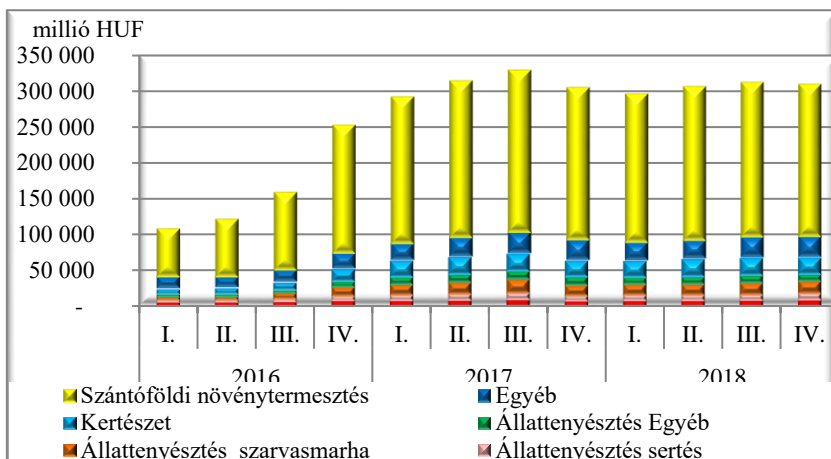


Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai lapján

7. ábra: A mezőgazdasági hitelállomány megoszlása forint-deviza bontásban

Figure 7: The distribution of agricultural loans disaggregated forint and foreign currency

A hitelállomány megoszlásában az igazi különbség a szektoronkénti megoszlásban figyelhető meg. Az egyéni gazdálkodók esetében minden negyedévben a szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó gazdálkodók vették fel a hitelek jelentős részét, több mint 70%-kát. A felvett hitel összege 2018. IV. negyedévében háromszorosa volt a 2016. év első negyedévi összegének. A többi mezőgazdasági szektorra szintén jellemző ez a nagyarányú növekedés (8. ábra).



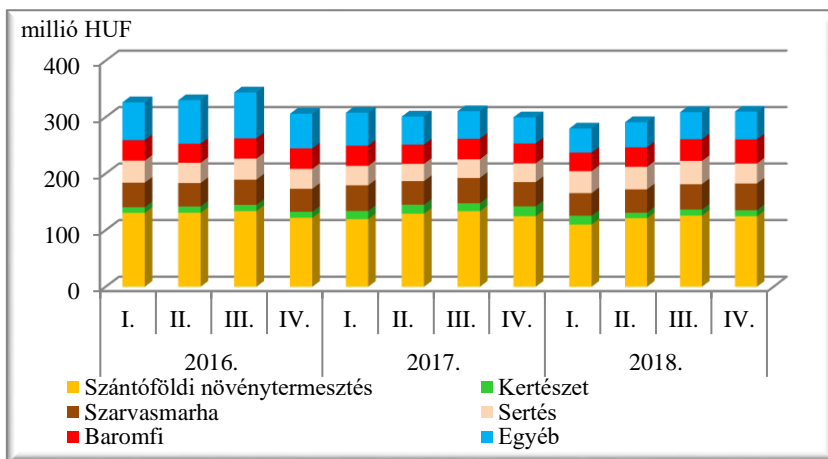
Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai alapján

8. ábra: Az egyéni vállalkozások hitelállományának megoszlása szakágazatok szerint

Figure 8: Distribution of loans to individual companies according to sectors

A gazdálkodó szervezetek esetében 2018 végén az állattenyésztéssel foglalkozó vállalkozások rendelkeztek a legnagyobb részesedéssel (41%), ezen belül a szarvasmarhával és a baromfival foglalkozó cégek vezettek. A növénytermesztéssel foglalkozó vállalkozások hitelállománya enyhén csökkenő tendenciát mutatott a vizsgált időszakban (9. ábra).

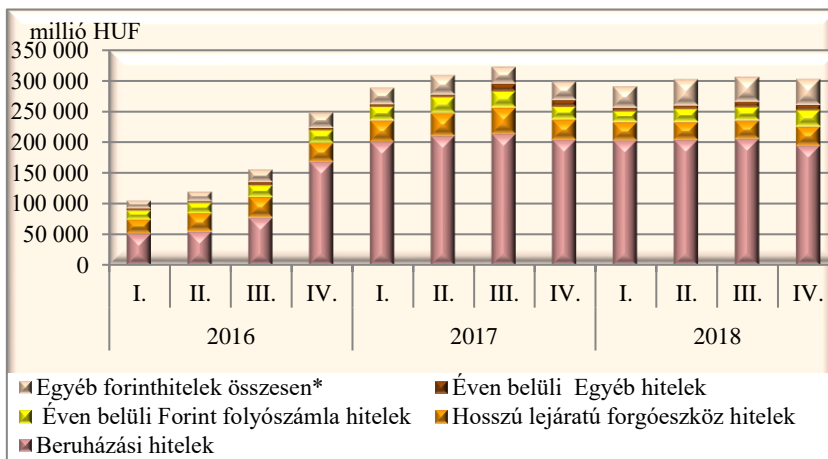
A következőkben a felvett forint alapú hitelek hitelcél és futamidő szerinti megoszlását vizsgáljuk. Az egyéni vállalkozások által felvett forint alapú hitelek közel 50%-ka beruházási hitel volt 2016 első három negyedében, majd innentől meghaladta a 60%-ot. A beruházási hitelek alakulását elsősorban az állami földárverésekhez kapcsolódó MFB-NHP Földvásárlási Hitelprogram határozta meg. A hosszú lejáratú forgóeszköz- és a forint folyószámlahitelek részaránya jelentősen csökkent a vizsgált időszakban (10. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai alapján

9. ábra: A gazdálkodó szervezetek hitelállományának megoszlása szakágazatok szerint

Figure 9: Distribution of the loan portfolio of business organizations according to sectors



Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai alapján

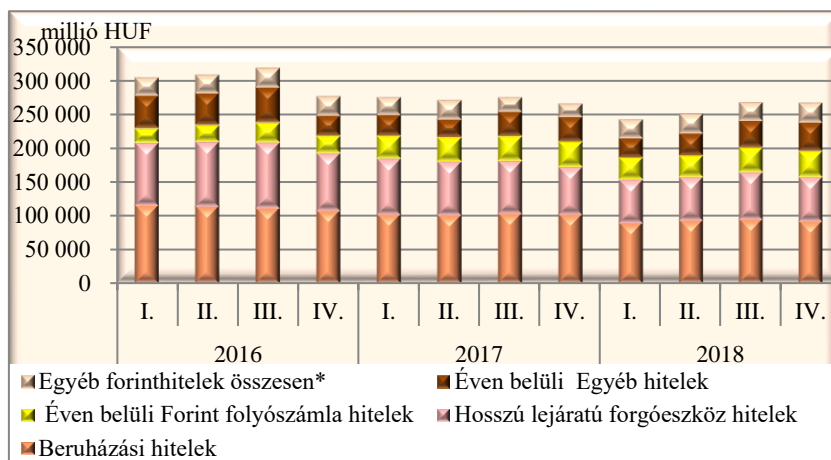
10. ábra: Az egyéni vállalkozások forint-hitelállományának megoszlása

Figure 10: Distribution of the forint loan portfolio of individual enterprises

A 11. ábra a gazdálkodó szervezetek forint alapú hiteleinek megoszlását szemlélteti. Hasonlóan az egyéni gazdálkodókhoz, itt is a beruházási hitelek részaránya a



legmagasabb 35-40% között változik, a vizsgált időszakban enyhe csökkenés jellemzi. A hosszúlejáratú forgóeszközhitel az összes forint alapú hitel 25-31%-át teszik ki, arányuk az egyes időszakokban nem változott jelentősen. Az éven belüli forint folyószámla hitelek részaránya folyamatosan növekedett a kezdeti 11,1%-ról 19,4%-ra.



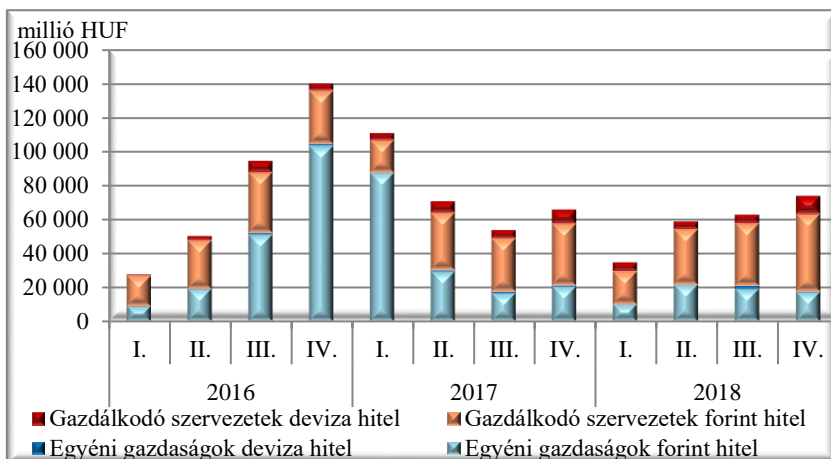
Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai alapján

11. ábra: A gazdálkodó szervezetek forint-hitelállományának megoszlása

Figure 11: Distribution of forint loans by business entities

A következőkben megvizsgáltuk az egyes negyedekben kihelyezett új hitelállomány forint és deviza alapú megoszlását. Ebben az esetben is a forint alapú hitelek állománya a legmagasabb mind az egyéni gazdaságok, mind gazdálkodó szervezetek esetében. Érdekeség, hogy az egyéni gazdaságok mindhárom év III. negyedében vettek fel több devizahitelt, 2018. első két negyedében azonban nem volt devizahiteles kihelyezés. 2016. III. és IV. negyedében, illetve 2017. I. negyedében az egyéni gazdaságok újonnan felvett forint alapú hitelállománya jóval meghaladta a gazdasági szervezetek hitelállományát (12. ábra).

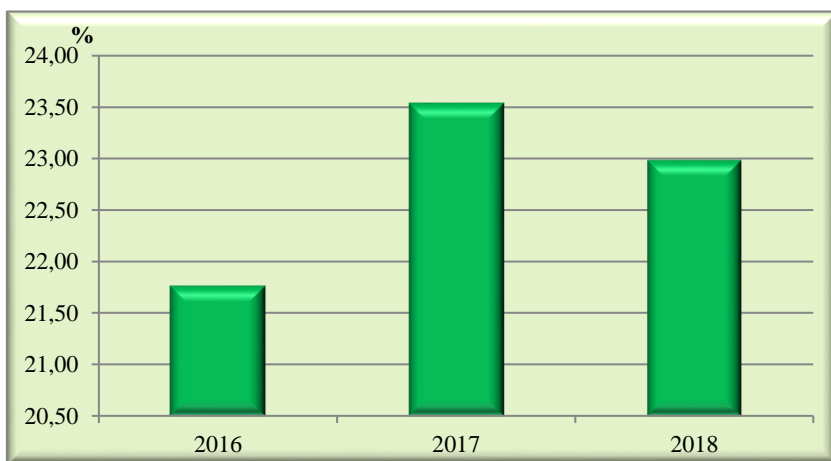
A mezőgazdasági vállalkozások által felvett hitelek a vállalkozások kibocsátásának százalékában kifejezve 2016-ban 21,77%-ot, 2017-ben 23,53%-ot, 2018-ban 22,99%-ot tettek ki. (13. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai lapján

12. ábra: Az újonnan kihelyezett mezőgazdasági hitelállomány megoszlása forint-deviza és vállalkezési forma szerinti bontásban

Figure 12: The distribution of the newly outsourced agricultural loan portfolio broken down by HUF-FX and business forms



Forrás: Saját szerkesztés az Agrárminisztérium adatai lapján

13. ábra: A mezőgazdasági hitelek aránya a kibocsátás százalékában

Figure 13: The proportion of the agricultural credits in the percentage of the emission-

A mezőgazdasági vállalkozások az igényeik, jövedelmi helyzetük szerint – bár – óvatosan használják a pénzügyi intézményrendszer szolgáltatásait.

A hosszú távú gondolkodás, a több termelési perióduson átívelő, kiszámítható jövedelmezőség, a kockázati tényezők csökkentése befolyásolja a vállalkozók döntési lehetőségeit. A felkészültség növelése a vállalkozókészség további javulását hozhatja, amit jelentősen segíthet a kamarai, banki szaktanácsadás komplexitása, a kockázati biztosítások korszerűsítése, illetve a nemzetközi mezőnyben is versenyképes hitelkamatok és a támogatások alakulása.

## FINANCING OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

ÉVA SZALKA<sup>1</sup> – ZSOMBOR PÁLL<sup>2</sup> – SZILVIA REITER<sup>2</sup> – BÁLINT FILEP<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István University

Faculty of Agricultural and Food Sciences

Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup>Ministry of Agricultural

Department For Knowledge-Based Distributed

Statistical Analysis Department

Budapest

<sup>3</sup>Széchenyi István University

Kautz Gyula Economics Faculty

Győr

### SUMMARY

One of the most important strategic aim of Hungary is the establishment of an economically, ecologically and socially sustainable agriculture, which is competitive in comparison with developed countries. This agricultural system will be based on continuous increasing of its performance, contributing to the development of the national economy and creation of new rural workplaces, guaranteeing the safe raw material supply for the food industry.

Like in case of all other business enterprises, the optimisation of resource portfolio is a question of strategic importance for the agricultural business entities. The current

study offers a general picture on exogenous financing of agricultural enterprises, analysing separately the agricultural enterprises in ownership of sole proprietors and the economic organisations.

**Keywords:** agriculture, credit, debt structure

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az **EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban”** című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉKE

*Alvincz J. (szerk.) – Antal K. – Harza L. – Mészáros S. – Péter K. – Spitálszky M. – Varga T. (2001): A mezőgazdaság jövedelemhelyezete és az arra ható tényezők. Agrárgazdasági tanulmányok 7. szám, AKII, Budapest, 129 p.*

B/1360. számú jelentés az agrárgazdaság 2016. évi helyzetéről

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

*Biró Sz. (2009): A földjelzálog-hitelezés intézményrendszer és alkalmazási lehetőségei a magyar mezőgazdaságban. PhD disszertáció, Gödöllő: Szent István Egyetem.*

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

*Fábián G. – Hudecz A. – Szigel G (2010): A válság hatása a vállalati hitelállományokra Magyarországon és más kelet-közép-európai országokban. Hitelintézeti szemle, 9 (5), 445-460 p.*

*Fertő Imre (2007): A puha költségvetési korlát és a hitelpiaci tökéletlenségek hatása a beruházásokra a magyar mezőgazdaságban. Közgazdasági szemle, 2007. (54. évf.) 4. sz. 322. old.*

*Gibrat, R. (1931): Les inégalités économiques, Librairie du Recueil Sirey, Paris*

*Katits, E. (2007): A vállalati gazdálkodás alapjai. Budapest, Saldo, 389 p.*

*Katits, E.* (2010): A vállalati válság pénzügyi menedzselése. Budapest, SALDO Kiadó, 507 p.

*Katits E.* (2017): A vállalati (életciklus) pénzügyek. Fogalomtár és alapvető módszertan. Soproni Egyetem Kiadó, 209.p.

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

*Lakner Zoltán - Hajdu Istvánné - Kajári Karolina - Kasza Gyula - Márkus Péter - Vizvári Béla* (2007): Versenyképes élelmiszergazdaság. élhető vidék (Négy tézis egy lehetséges fejlesztési politika körvonalainak meghatározásához). Gazdálkodás, 2007. (51. évf.) 4. sz. 1-12. old.

*Nagy János - Sinóros-Szabó Botond* (2014): Technológiák és erőforrások tér- és társadalomszemléletű értékelése. Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis, 2014. 59. sz. 73-75. old.

*Neményi Miklós* (2018): Precision crop production and artificial intelligence – the future of sustainable agriculture Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis, 2018. Klnsz. 47-58. old.

*Szalka É. - Katits E.* (2018): A mezőgazdasági vállalkozások növekedési lehetőségei pénzügyi nézőpontból GAZDÁLKODÁS 62:(1) pp. 28-48.

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

KSH, A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2017)

<http://www.kormany.hu/download/7/30/d0000/%C3%89lelmiszergazdas%C3%A1gi%20strat%C3%A9gia%202016-2050.pdf> , letöltés:2019. 04.12.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

SZALKA Éva

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár u. 2.

szalka.eva@sze.hu

PÁLL Zsombor

Agrárminisztérium

Tudásalapú Agrárgazdaságért Felelős Főosztály,

Statisztikai Elemzési Osztály

H-1052 Budapest, Apáczai Csere János u. 9.

zsombor.pall@am.gov.hu

REITER Szilvia

Agrárminisztérium

Tudásalapú Agrárgazdaságért Felelős Főosztály,

Statisztikai Elemzési Osztály

H-1052 Budapest, Apáczai Csere János u. 9.

szilvia.reiter@am.gov.hu

FILEP Bálint

Széchenyi István Egyetem

Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar

H-9026 Győr, Egyetem tér 1.

filep.balint@sze.hu



## KERTÉSZETI ZÖLDSÉGTERMESZTÉS VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGON ÉS AZ EU-BAN

GOMBKÖTŐ NÓRA – TESCHNER GERGELY

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

A kertészeti ágazat – a gabona és a húsvertikum mellett – a mezőgazdaság harmadik pillére. A zöldségtermesztés azonban az utóbbi években Magyarországon és az EU más tagállamaiban is jelentősen visszaesett. Némelyik zöldségféléből és feldolgozott zöldségekből az EU számos országa behozatalra szorul, míg Magyarország a legtöbb zöldségféle tekintetében még mindig nettó exportőrnek minősül. Vizsgálataink során szekunder adatokat különböző statisztikai módszerekkel elemeztünk, majd az így kapott eredmények segítségével jellemeztük a zöldségágazat aktuális helyzetét. Az Európai Unió zöldségágazatában néhány ország játszik meghatározó szerepet, a többi ország elhanyagolható mennyiségben termeszt zöldségeket. A fő zöldségtermesztő tagállamok természetesen jelentős mennyiséget exportálnak is az EU-n kívüli országokba. Termékszerkezetük hasonló, szinte mindenhol ugyanazok a zöldségfélék népszerűek. A Magyarországon termesztett zöldségek mennyisége – a kisebb termőterülethez viszonyítva – az EU átlagához képest kielégítő. Az Eurostat adatai szerint az EU egységnyi mezőgazdasági területén 365 tonna, míg Magyarország egységnyi mezőgazdasági területén 293 tonna zöldséget állítanak elő. Az egyes zöldségfélék külkereskedelmi aránya azonban eltér egymástól. Magyarország egyes zöldségfélékből nettó exportőr, másokból nettó importőr, pedig zöldség termékeink exportpiaci kereslete lényegesen nagyobb, mint amennyi értékesíthető árualappal rendelkezik hazánk. Erre a problémára megoldást jelenthetne a zöldségtermékek magasabb arányú feldolgozása,

ehhez technológiai fejlesztések kivitelezésére, a szállítás jobb összehangolására, valamint a termelők termelői szervezetbe történő tömörülése lenne szükség.

**Kulcsszavak:** kertészeti termelés, termésmennyiség, export, import, stratégia, TÉSZ

## BEVEZETÉS

A zöldségtermelés volumene az elmúlt évtizedben a világ számos országában jelentősen növekedett, ezáltal a zöldségek nemzetközi kereskedelme is bővült, valamint egyre több ország jelenik meg a zöldségpiacon termékeivel. Az Európai Unióban a zöldségágazat a teljes mezőgazdasági kibocsátás 10%-át adja. Az ágazat elsősorban a déli tagállamokban (Görögország, Spanyolország, Olaszország, Portugália) jelentős, amelyek teljes mezőgazdasági termelése egyharmad, illetve egynegyed része ezen ágazatból származik.

Magyarországon a zöldségágazat a mezőgazdaság és a kertészet egyik legfejldőképesebb ágazata. Előnyös sajátossága, hogy a termelés szerkezetét és az előállított termékek mennyiségét a többi kertészeti ágazathoz viszonyítva rugalmasabban képes változtatni. Kedvező piaci alkalmazkodó képességével perspektívikus jövőt jelenthet a vidéki lakosság felemelkedésére és megtartására. Jellemzője az ágazatnak, hogy kis területen nagy értéket állít elő, kézimunkaigényes jellege miatt 70-100 ezer családnak nyújt megélhetést (*Takácsné 2014*).

Legjelentősebb zöldségeink a csemegekukorica, a zöldborsó és a görögdinnye, a zöldségek vetésterületének 70 százalékán ezeket a növényeket termesztik. A csemegekukorica termőterülete Európában nálunk a legnagyobb, és a világ termelésének 6 százalékát adja. A zöldségfélék hazai átlaghozama az EU átlagához közelít (*Szuperfarm 2018*).

Termelési értéke az elsődleges termékkibocsátás szintjén 200 milliárd forint, míg áruértéken 600 milliárd forint körül alakul. Ez a kertészeti árbevétel közel kétharmadát adja, így ez a harmadik legfontosabb mezőgazdasági ágazat. Export teljesítménye kiemelkedő, különösen a feldolgozott termékeké, amely 2017-ben a teljes élelmiszeripari exportárbevétel 15 százalékát tette ki. Magas kézimunka igényével és eltartó képességével központi szerepe van a vidékfejlesztésben. Az ágazat termelése azonban az utóbbi években fokozatosan visszaesett. Emögött több tényező együttes hatása húzódik meg, mint például a versenyképes termelési struktúrák hiánya, a



tőkehiány miatti technikai és technológiai fejlesztés elmaradása, kereskedelmi csatornák beszűkülése, piacvesztés, áruhiány kialakulása, fogyasztási szokások megváltozása, az ipari nyersanyagtermelés visszaesése, a feldolgozóipar termékstruktúrájának beszűkülése, valamint a kereskedelmi integrációs tevékenységek (TÉSZ-ek) fejlődésének ellentmondásossága (*FRUITVEB 2013*). A zöldség termékpályán az érdekeltségi viszonyok koordinálatlanok, valamint a hazai termelők, felvásárlók és feldolgozók közötti bizalmi viszony alacsony fokú. Ez a helyzet elsősorban a termelői szervezetek, illetve a feldolgozóipar integráló szerepének erősítésével, továbbá az állam által a piaci átláthatóság biztosításával lenne megoldható. További problémát jelent, hogy az export árbevétel jelentős részét kitevő feldolgozott zöldség az utóbbi 10-15 évben háttérbe szorult, amelynek javításában elsősorban a feldolgozóknak van kiemelkedő szerepe (*Szuperfarm, 2018*). *Takácsné (2014)* a széttagolt gazdasági egységek nagy arányát, a túlszabályozottságot valamint a jól képzett gyakorlati szakember hiányt tekinti az ágazat legfőbb hiányosságainak. *Udovecz (2008)* olyan további problémákat vet még fel, mint a beszállítók felkészületlensége, a tömegtermékek logisztikájának megoldatlansága, valamint az élelmiszeripar alacsony hazai- és külföldi tőkevonzó képességét. Megemlíti még az öntözés problémáját is, amit *Erdész (2008)* az ágazat kulcskérdésének tart. A terméseredmények és ezzel együtt a jövedelem is jelentősen növekedhetne az öntözés által, amely az egyik legbiztosabban és leggyorsabban megtérülő termésvédelmi beruházás. A piaci tapasztalatok azt igazolják, hogy a hazai zöldségágazatnak az élesedő versenyben kell egy átalakított termékszerkezettel kell helytállnia. Magyarország zöldségtermesztés tekintetében kiváló adottságokkal rendelkezik (természeti viszonyok, földrajzi elhelyezkedés, hagyományokra épülő szakismeret), az ebből származó ökológiai és ökonómiai előnyt azonban nem tudja kihasználni. A termelők gyakran nem veszik figyelembe, hogy a méreteket és a termesztés lehetőségeit a tartósítóipar piaci pozíciói jelentősen befolyásolják. A zöldségágazat szerepe felértékelődött és új lehetőségeket, prioritásokat jelöl ki az agrártermelésen belül (*Tégla 2009*). A 2014-2020 közötti fejlesztési időszak legfontosabb feladatai a zöldségtermesztésben a versenyképes ártermelés feltételeinek megteremtése, és ezzel együtt új vidéki munkahelyek létesítése. Vizsgálataink során kiemelten a zöldségágazat jelenlegi helyzetét és jövőbeni lehetőségeit vettük górcső alá.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

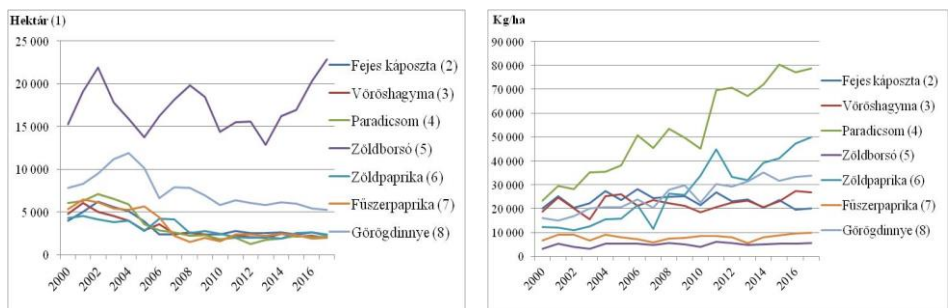
Vizsgálataink során szekunder adatbázisok (KSH, Eurostat, Faostat) hazai valamint nemzetközi zöldségágazatra vonatkozó adatait használtuk fel. Az adatokból alapvető statisztikai módszerekkel (közéértékek, szórás, viszonyszámok, szezonális vizsgálat), valamint makroökonómiai mutatók (bruttó termelési érték, bruttó kibocsátás, GDP, külkereskedelmi mérleg) segítségével számoltuk ki az eredményeket, és készítettünk a zöldségágazatra vonatkozó részletes elemzést.

Vizsgálatainkkal célunk volt, hogy

- jellemezzük a hazai zöldségágazat jelenlegi helyzetét;
- az EU tagjaként áttekintsük az EU-n belüli és kívüli helyzetet és lehetőségeinket;
- mindezek tükrében a jövőbeni fejlődési-fejlesztési lehetőségek figyelembevételével javaslatokat tegyünk.

## EREDMÉNYEK

Magyarországon 2017-ben a fontosabb zöldségfélék összes betakarított területe kb. 94 ezer hektár volt. Ennek mintegy 3,7 százaléka ökológia gazdálkodás alá vont terület. A zöldségtermesztés teljes területének közel 40 százaléka csemegekukoricát (36 623 ha), 24 százaléka zöldborsót (22 874 ha), 6 százaléka görögdinnyét (5 269 ha), a többi területen közel azonos arányban (1-3 százalékban) egyéb zöldségféléket (vöröshagyma, fokhagyma, sárgarépa, petrezselyemgyökér, paradicsom, uborka, sárgadinnye, zöldbab, fejes káposzta, fejes saláta, zöldpaprika, fűszerpaprika) termesztenek. A 2000-es évek eleje óta a zöldségfélék vetésterülete – a zöldborsó kivételével – fokozatosan csökkent (*1. ábra*), a zöldpaprika, a fejes káposzta valamint a vöröshagyma termőterülete közel felére, míg a görögdinnyéé mintegy harmadára. A zöldborsó vetésterülete ugyanezen időszak alatt másfélszeresére nőtt.



Forrás: KSH adatai alapján (2017) saját szerkesztés (2019)

1. ábra. Fontosabb zöldségfélék vetésterülete és termésátlaga Magyarországon (2000-2017)

Figure 1. Harvested area and average yields of most important vegetables in Hungary (2000-2017)

(1) hectare, (2) cabbage, (3) onion, (4) tomato, (5) green peas, (6) green pepper, (7) red pepper, (8) watermelon

Ugyanezen időszak alatt a zöldségfélék összes betakarított mennyisége évről-évre ugyan ingadozó, összességében – a termőterület növekedésével együtt – emelkedő tendenciát mutat.

2017-ben zöldségfélékből összesen kb. 1,6 millió tonnát termeltek. A termésátlagok az utóbbi években valamennyi zöldségféle esetében javultak (a termésátlagok a legtöbb esetben közel másfélszeresére, a görögdinnyénél kétszeresére, a paradicsom háromszorosára, míg a zöldpaprika esetében négyszeresére növekedtek 2000 óta) (1. ábra).

A zöldségtermesztés bruttó termelési értéke 2017-ben 138 531 millió Ft volt. Ez a mezőgazdaság teljes termelési értékének (2 770 616 millió forint) az 5 százaléka. A nemzetgazdaság összes bruttó kibocsátásának (38 355,1 milliárd Ft) a mezőgazdaság teljes bruttó kibocsátása folyó alapon (2 568 milliárd Ft) 0,5 százalékát adja.

A zöldségfélék – külföldi és belföldi – értékesítésében egyértelmű szezonális mutatható ki. Bár a legtöbb zöldségféléket (kivéve zöldborsó és zöldbab) egész évben értékesítik, ennek éven belüli megoszlása erősen szezonális. Az értékesítés legnagyobb része természetesen azok betakarításának időszakában történik.

A megtermelt zöldségek közel 50 százalékát értékesítik üzemeken kívülre (a termés másik fele üzemeken belüli feldolgozásra és felhasználásra vagy saját fogyasztásra kerül,

illetve tárolási veszteség lép fel), ez azonban zöldségfélénként jelentősen eltérhet. A megtermelt

- vöröshagyma, petrezselyemgyökér 20 százalékát,
- fejeskáposzta 35 százalékát,
- fokhagyma, sárgarépa, sárgadinnye 40 százalékát,
- görögdinnye, zöldborsó, zöldpaprika 50 százalékát,
- csemegekukorica 60 százalékát, míg
- uborka 65 százalékát,
- paradicsom, fejes saláta, fűszerpaprika 75 százalékát
- zöldbab 90 százalékát értékesítik üzemen kívülre.

Az üzemen kívüli értékesítésből a zöldségek 1 százaléka kerül közvetlen exportra, átlagosan 80 százaléka felvásárlónak illetve feldolgozónak, míg 19 százaléka a piacon kerül értékesítésre. Ez utóbbi két értékesítési csatorna aránya a különböző zöldségfélénél eltér, melynek adatai a 1. táblázatban láthatók.

## 1. táblázat: A legfontosabb zöldségfélék értékesítési csatornái Magyarországon (2017)

Table 1: Distribution channels of most important vegetables in Hungary (2017)

me.: %

Megnevezés (1)	Felvásárlónak, feldolgozóknak (2)	Piacon (3)	Közvetlen export (4)
Vöröshagyma (5)	49	51	0
Fokhagyma (6)	49	51	0
Sárgarépa (7)	75	24	1
Petrezselyemgyökér (8)	30	70	0
Paradicsom (9)	84	15	1
Uborka (10)	82	17	1
Görögdinnye (11)	69	31	0
Sárgadinnye (12)	45	54	1
Zöldborsó (13)	80	9	0
Zöldbab (14)	79	21	0
Fejes káposzta (15)	48	51	1
Fejes saláta (16)	70	28	2
Zöldpaprika (17)	62	37	1
Csemegekukorica (18)	96	4	0
Fűszerpaprika (19)	82	17	1

Forrás: KSH adatai alapján (2017) saját számolás, szerkesztés (2019)

(1) heading, (2) for buyers and processors, (3) on market, (4) direct export, (5) onion, (6) garlic, (7) carrot, (8) parsley, (9) tomato, (10) cucumber, (11) watermelon, (12) melon, (13) green peas, (14) green beans, (15) cabbage, (16) lettuce, (17) green pepper, (18) sweet corn, (19) red pepper

A közvetlen exporton kívül természetesen a zöldségfélék egy bizonyos része a felvásárlókon keresztül külfiacra kerül. Ezenkívül bizonyos zöldségfélékből hazánk behozatalra is szorul. A nemzetgazdaság teljes zöldség külkereskedelme a KSH 2017. évi adatai alapján a következőképpen alakul:

Sárgadinnye, vöröshagyma, fokhagyma, sárgarépa és paradicsom tekintetében hazánk nettó importőr (ezen zöldségekből behozott mennyiség a kivitt mennyiségnek 4-6-szorosa). Uborkából, fűszerpaprikából, fejes káposztából és fejes salátából közel ugyanannyit exportál hazánk, mint amennyit importál (minimális eltérés azonban – a fejes saláta kivételével – inkább az import javára figyelhető meg). Zöldbabot hazánk 2012-ig többet importált, mint exportált, azóta azonban az export négyszeres mértékben meghaladta az importot. Hazánk nettó exportőr zöldpaprika (4-szerese a behozatalnak), görögdinnye (6-szorosa a behozatalnak), zöldborsó (15-szöröse a behozatalnak),

valamint a csemegekukorica (22-szerese a behozatalnak) piacán. A zöldségfélék teljes behozatala hazánk külkereskedelmi mérlegének 0,1 százalékát, míg a teljes kivitel a mérleg 0,3 százalékát teszi ki. Legjelentősebb export zöldségeink a görögdinnye valamint a zöldpaprika, az ezekből megtermelt mennyiség közel 40 százalékát exportáljuk. Jelentős még a fűszerpaprika exportunk (15%). A többi zöldségféléből azonban a termelt mennyiségnek csupán 1-5 százaléka kerül külföldre.

A káposztafélék és a gyökérezöldségek jelentősége lecsökkent. Ez részint a hazai piaci ismeretlenséggel magyarázható, részint a termelés versenyképtelenségével az európai versenytársakkal szemben. A tapasztalatok alapján a legtöbb termék termelésben történő meghonosításához a hazai kereslet kialakulása az első lépés, majd az így kialakult termelői bázis szélesítésével és a minőségi árualapok növelésével lehet exportpiaci lehetőségeket építeni. Ugyanakkor egyes külföldön nagy kereslettel bíró termékek esetében az exportra történő termelés a szükséges versenyképességi tényezők megléte esetén megelőzheti a termék hazai fogyasztásának elterjedését.

Zöldség termékeink exportpiaci kereslete lényegesen nagyobb, mint amennyi értékesíthető áruallappal rendelkezik hazánk. Ezen technikai és technológiai fejlesztéssel, a rendelkezésre álló, koncentrált, nagy tömegű és minőségi árualapok jelentős növelésével lehet változtatni. Nagy lehetőségek rejlenek a friss piaci étkezési paprika, paradicsom, dinnyefélék, spárga, cukkini, salátafélék és más különleges zöldségfélék fejlesztésében, ugyanakkor pontosan időzíthető termesztés és szállítás szükséges a piacok és a kereskedelmi kapcsolatok megtartásához. További versenyelőnyt jelenthetne a feldolgozott termékek arányának növelése, mivel a világpiaci kereslet a nyers- és félkész termékek felől a feldolgozott és magas hozzáadott értékkel rendelkező élelmiszer készítmények, valamint értéknövelt friss élelmiszerek (például csomagolt friss gyümölcs) felé tolódott el. Ezenkívül a fogyasztók nagyobb figyelmet szentelnek az élelmiszer-biztonságra, a csomagolásra, az ízre, az aromára, valamint a frissességre (*Camanzi et al 2009*).

Az Európai Unióban szinte valamennyi zöldségféle termesztésében ugyanazok az országok a meghatározóak, legfeljebb a sorrendjükben lehet eltérés. A 2. táblázatban láthatók ezen országok által termesztett zöldségfélék mennyisége, összehasonlítva a hazai adatokkal. Az egyes zöldségfélék tekintetében az első három helyen álló ország valamint a többi tagállam termesztett mennyisége között nagyságrendbeli különbségek találhatók (a táblázatban az egyes zöldségfélék három legfőbb előállító országának

termésmennyiségei szürkével jelöltek). A Magyarországon termesztett zöldségek mennyisége – a kisebb termőterülethez viszonyítva – az EU átlagához képest viszonylag magasnak mondható.

Az EU önellátottsági szintje zöldségből 100% körüli, de a tagországok mintegy fele nem önellátó, ami kedvező a 160%-os önellátottsági szintű hazai termelés számára.

Ma már jelentős árualap érkezik az EU-ba harmadik országokból is (Marokkó, Kenya, Egyiptom, Törökország, Thaiföld, Argentína), elsősorban friss termékként.

Az EU-ban az összes zöldségtermelés 16-18 százaléka, mintegy 10 millió tonna áru az exportforgalom. A legjelentősebb zöldségfélék, azok betakarított termésmennyiségének sorrendjében a paradicsom (16 millió tonna), a sárgarépa (5,1 millió tonna) és a hagymafélék (5,4 millió tonna). Az EU a teljes hagymatermelésének 12,5 százalékát, paprika- és gombatermelésének 5-6 százalékát, a paradicsom, burgonya, uborka, sárgarépa, karfiol és brokkoli, káposztafélék kevesebb mint 5 százalékát exportálja.

Az EU legnagyobb zöldségtermesztő és egyúttal vezető frisszöldség exportáló országai elsősorban a mediterrán országok, mivel ezek a zöldségtermesztéshez kiváló éghajlati és földrajzi adottságokkal rendelkeznek. Az ágazat súlya egyes tagállamok (Olaszország, Spanyolország, Görögország, Franciaország, Hollandia, Belgium) teljes mezőgazdasági termelésében különösen nagy. Az Európai Unió kívüli export fő célszágai Svájc, Egyesült Államok, Oroszország, Norvégia. Az Európai Unióban a legnagyobb frisszöldség importőr országok Németország, az Egyesült Királyság, Franciaország, Hollandia, Olaszország (*Bijman 2015*).

2. táblázat: Zöldségfélék termesztett mennyisége az EU néhány tagállamában (2017)

Table 2: Volume of vegetables grown in some EU Member States (2017)

me.: ezer tonna (1)

	Belgi- -um (2)	Német- ország (3)	Görög- ország (4)	Spanyol -ország (5)	Francia -ország (6)	Olasz- ország (7)	Hol- lan- dia (8)	Lengyel -ország (9)	Ro- mánia (10)	Magyar- ország (11)
Káposzta- félék (12)	274.2 8	922.75	131.17	922.04	517.11	661.41	67.67	1 400.63	213.63	91.12
Karfiol és brokkoli (13)	129.0 4	132.56	51.27	689.12	333.02	371.57	70.38	317.02	53.56	24.47
Fejes káposzta (14)	66.35	660.92	79.91	166.96	66.65	86.86	205.41	1 010,45	673,44	59.58
Zeller (15)	51.56	85.36	1.73	6,84	57.87	66.85	101.15	115.07	4.78	5.74
Póréhagy- ma (16)	158.7 5	99.74	23.40	95.28	157.03	9.33	104.33	99.33	1.34	1.24
Saláta (17)	53.37	226.47	64.31	976.11	218.85	326.72	107.33	43.23	2.44	9.01
Spenót (18)	81.35	73.77	77.99	78.80	108.91	91.98	60.05	9.55	1,79	8.62
Spárga (19)	4.83	130.88	10.26	63.43	27.88	46.42	20.76	13.16	0.02	5.61
Articsóka (20)	0	0	4.46	223.25	45.29	387.80	0	0	..	0.02
Paradicsom (21)	255.9 6	96.56	878.77	5 163.4	771,51	5 573.3	910	898.01	435.06	184.57
Uborka (22)	25.53	64.21	118.55	634.49	135.25	51.41	400.18	451	92.91	19.25
Paprika (23)	27.60	12.29	157.16	1 277.9	29.04	173.19	370	160.40	134.51	134.45
Sárgarépa (24)	380	733.93	27.53	389.84	563.69	486.71	610.58	827.14	117.97	88.46
Fokhagyma (25)	0	0	6.08	274.71	20.46	29.98	0	16.69	29.43	7.43
Vöröshagy- ma (26)	92.85	632.96	207.36	1 317.18	453.82	410.54	1 779. 65	667.41	214.91	55.42
Retek (27)	0,14	114.47	0.91	5,73	49.47	31.35	23	15.66	1.58	3.48
Zöldborsó (28)	64.58	32.08	12.44	104.47	250.09	85.90	21.20	51.75	6.03	128.31
Zöldbab (29)	123.1 1	54.99	60.20	163.67	396.56	154.85	39.59	57.47	26.06	17.26
Görögdinnye (30)	0	0	647.05	1 113.49	17.54	570.76	0	0	493.58	181.78

Forrás: Eurostat adatai alapján (2017) saját szerkesztés (2019)

(1) Thousand tonnes, (2) Belgium, (3) Germany, (4) Greece, (5) Spain, (6) France, (7) Italy, (8) Netherlands, (9) Poland, (10) Romania, (11), Hungary, (12) cabbages, (13) califlower and broccoli, (14) cabbage, (15) celery, (16) leeks, (17) lettuce, (18) spinach, (19) asparagus, (20) artichoke, (21) tomato, (22) cucumber, (23) pepper, (24) carrots, (25) garlic, (26) onion, (27) raddish, (28) green peas, (29) green beans, (30) watermelon



Az Európai Unió lakosságának zöldségfogyasztása átlagosan 120 kg/fő/év, ami közepes fogyasztási szintnek felel meg. Ez az érték azonban ország csoportonként jelentősen eltér. A déli országokban átlagosan több zöldséget fogyasztanak (120-160 kg/fő/év), mint az északi országokban (50-70 kg/fő/év). Magyarországon a zöldségfogyasztás viszonylag alacsony, 2017-ben burgonyával együtt 81,8 kg/fő/év volt. Az egyenletesség sem megfelelő, mivel az összes fogyasztás kb. 50 %-a nyár végére, ősz elejére esik (kb. 4 hónap), míg januártól ápriliséig ennek mértéke igen alacsony. A zöldségtermesztés szezonalitása miatt a zöldségfélék fogyasztásában a tartósított aránynak 30–35 %-nak kellene lennie a jelenlegi 20–22 %-kal szemben. További problémát jelent a termékszerkezet (faj szortiment), ami a fogyasztás egysíkúságát okozza (*Takácsné 2014*). Nyugat-Európában a paradicsom és az uborka a legnépszerűbb zöldségek a fogyasztók körében, mert ezek a termékek egész évben kaphatók. Az EU-ban a zöldségágazat szabályozása eltér a többi ágazatétól, és a kevésbé szabályozott mezőgazdasági ágazatok közé tartozik.

A 2004-ben csatlakozott EU tagállamok közül Magyarország és Lengyelország rendelkezik pozitív zöldség külkereskedelmi mérleggel.

Lengyelország az EU harmadik legnagyobb zöldségtermesztő országa. 2017-ben összesen 5,7 millió tonna friss zöldséget állított elő. Az EU zöldségtermésének 9 százaléka Lengyelországból származik. Az ország a sárgarépa, répa, káposzta, uborka és hagymafélék termesztésében vezető szerepet tölt be. A legtöbb zöldséget Németország, az Egyesült Királyság, valamint a Független Államok Közössége (FÁK) vásárolja fel. (*ARR, 2015*).

Magyarország hagyományos exportpiacai főként friss termékek esetében Németország, a visegrádi országok és a Baltikum, amelyekhez az utóbbi években felzárkózott Románia.

Nagy-Britanniát leszámítva az összes nagy frissáru felvevőpiac hazánk közvetlen közelében van. A friss zöldség legnagyobb importőre Németország, de Oroszország igényei is rohamosan fejlődnek. Ezen kívül a közvetlen közelünkben lévő országok (Románia, Lengyelország, Csehország, Horvátország, Ausztria) mintegy 60 milliós fogyasztói piaca is óriási lehetőségeket kínál számunkra.

3. táblázat: Magyarország fontosabb zöldségféléinek külkereskedelmi iránya a jelentősebb külkereskedelmi partnerországok szerint (2017)

Table 3: Foreign trade direction of the most important vegetables in Hungary by major foreign trade partner countries (2017)

me.: ezer tonna (1)

	Ausztria (2)		Németország (3)		Csehország (4)		Lengyelország (5)		Szlovákia (6)	
	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import
Száraz bab (7)	0		6	5	0	366	32	96	399	101
Zöldbab (8)		5	0	0				342	69	2
Káposztafélék (9)	255	62	794	3425	628	285	346	1053	589	272
Sárgarépa (10)	0	890	23	1838		276	1069	1263	23	817
Zöld-és fűszerpaprika (zöld) (11)	2976	160	13424	1251	2428	11	308		5222	5
Uborka (12)	836	266	4935	5347	2394	11	238		641	8
Fokhagyma (13)	48	66	24	97	63		3		44	536
Sárgadinnye (14)	2	7	87	223					2	
Görögdió (15)	729	134	11261	1259	13139		15504		4215	3
Vöröshagyma (16)	153	2318	1373	1626		166	935	562	23	1118
Paradicsom (17)	1245	856	356	1897	3	7	79	22	109	128

Forrás: Eurostat adatai alapján (2017) saját szerkesztés (2019)

(1) Thousand tonnes, (2) Austria, (3) Germany, (4) Czech Republic, (5) Poland, (6) Slovakia, (7) dry beans, (8) green beans, (9) cabbages, (10) carrots, (11) green- and red pepper, (12) cucumber, (13) garlic, (14) melon, (15) watermelon, (16) onion, (tomato)

## KÖVETKEZTETÉSEK

Magyarországon a zöldségtermesztésben az egyre javuló termésátlagok ellenére a vetésterület az elmúlt években csökkenő tendenciát mutat. A zöldségtermő területek 40 százalékán csemegekukoricát termesztnek, feltételezhetően annak jó gépesíthetősége, valamint értékesíthetősége miatt. A zöldségtermesztés a nemzetgazdaság jelentős ágazata mind a GDP-hez való hozzájárulása, mind pedig a külkereskedelmi jellemzői miatt. A megtermelt zöldségek közel fele kerül üzemén kívülre, amiből egyrészt arra következtetünk, hogy a zöldségtermesztők jelentős hányada családi gazdaság, így a zöldségek egy bizonyos része családon belüli felhasználásra kerül. Másrészt a zöldségek jelentős része tárolás során elrothad. Ennek megoldása a megfelelő technológiájú tároló kiépítése lehetne. Az üzemén kívülre kerülő zöldségeket legnagyobb részben

felvásárlóknak, feldolgozóknak értékesítik, és csupán 1 százalékuk kerül közvetlen exportra. Emellett azonban a zöldségek egy bizonyos hányadát a felvásárlók is exportálják. Magyarország a legtöbb zöldségféle tekintetében (zöldpaprika, görögdinnye, zöldborsó, csemegekukorica) még mindig nettó exportőrnek minősül, néhány zöldségféléből (fejes káposzta, fejes saláta) azonban behozatalra szorul. Ez utóbbiak versenyképessége az EU más országaiban magasabb. Magyarország összességében pozitív zöldség külkereskedelmi mérleggel rendelkezik. Az EU legnagyobb zöldségtermesztő államai – szinte minden zöldségféle esetében – Belgium, Németország, Görögország, Spanyolország, Franciaország, Olaszország, Hollandia, Lengyelország. A déli államokat érdemes kiemelni, mivel ezek természeti adottságai különösen kedvez a zöldségtermesztésnek, ez az ágazat a nemzeti GDP-jükben jelentős részarányt képvisel. Az EU-ból származó zöldségek legnagyobb felvevőpiacai Svájc, Norvégia és az Egyesült Államok. Az EU összesített önellátottsági szintje zöldségekből 100 százalék, ugyanakkor a tagországok fele behozatalra szorul, amely a hazai exportnak kedvez. Zöldség termékeink exportpiaci kereslete lényegesen nagyobb, mint amennyi értékesíthető árualappal rendelkezik hazánk. Az ágazatban tehát a legnagyobb problémát a hiányos árualap, az alapanyag termelés jelentős visszaesése jelenti. Ez a helyzet azonban több tényező egymást erősítő hatásának eredményeként alakult ki (például kézimunkaerő hiánya), ezért a megoldást több helyen kell kieszközölni. A gazdasági válság óta meggyengült hazai valuta megdrágította a nyersanyagok importját, ezért a feldolgozók és termelők egymásrautaltsága tovább nőtt. Mindkét fél számára egy integrációs formában történő együttműködés, valamint a feldolgozóüzemek integrátori szerepvállalása jelentene megoldást. A magasabb hozamok, és a jobb minőség érdekében intenzívebb fajtákra és korszerű technológiákra van szükség, ezért elengedhetetlen az alapanyag-termelés koordinációja. Mind az alapanyag termelésben, mind a feldolgozóiparban jellemzőek a méretgazdaságossági hátrányok, a technológiai elavultság és a finanszírozási problémák. A kertészeti ágazat a növénytermesztésen belül a legtöbb munkaerőt igénylő ágazat. A megváltozott fogyasztói szokásokhoz is alkalmazkodni kell. Bár a fogyasztók egyre inkább a friss termékeket keresik, de a korszerű, a termék vitamin- és ásványianyag tartalmát megőrző, mesterséges adalékanyagot nem igénylő tartósítási eljárásokkal előállított feldolgozott termékekre is szükség van, ezen technológiák korszerűsítése, fejlesztése az exportpozíciónkat is

erősítheti. A korszerű üzemek kapacitásait csak megfelelő alapanyag ellátással lehet kihasználni, ami tovább erősíti az integrációk jelentőségét (VM, 2014).

Magyarország tekintetében a konkrét megoldási lehetőségeket tartalmazó javaslatainkat kétféle szempont szerint ismertetjük; részint a helyi termelők, részint pedig az árutermelő gazdaságok lehetőségeit vettük számításba.

A helyi termelők szempontjából legfontosabb feladat a helyi piac kiépítése. Magyarországon sok kisebb településen alkalmazott gyakorlat, hogy a közmunkában foglalkoztatottak önkormányzati területeken zöldség-gyümölcs termesztést végeznek (például környezetünkben a Rábaköz kistérség több falujában is jellemző). A megtermelt termékeket helyben feldolgozzák, melyhez sok helyen a falu használaton kívüli ingatlanait alakították át. A feldolgozott termékeket pedig a településen illetve a környező nagyobb településeken értékesítik. A helyi termékek fogyasztásába több településen az ott működő „közétkezdék” (óvodai, iskolai, időseket és szociálisan rászorulókat ellátó napközi) is bekapcsolódnak, ami a vidéki népesség számára nemcsak piacot, hanem némi jövedelmet is jelent. Mindezek a közvetlen kisközösség számára fontosak, mivel jó minőségű termékek fogyasztását teszik lehetővé, és a zöldség kínálatot is bővítik az adott településen. Természetesen mindezek növelik a zöldségágazat nemzetgazdasági szerepét is.

Másik megoldási javaslat az árutermelő gazdaságokhoz kapcsolódik. Nemzetgazdasági szempontból is közvetlenül számszerűsíthető ágazati növekedést a zöldségtermesztők produkálnak. Legfontosabb kérdés, hogy nagy hozamú, magas minőségű fajták termesztésével foglalkozzanak, mert a piacon csak így lehet megjelenni. Ennek egyik módja lehetne, hogy bizonyos tájegységeken zöldség fajtastruktúrát alakítanak ki, és az egyes tájegységeken meghatározott fajtákat termesztene. Ezáltal a termelők ugyanolyan fajtájú és minőségű termékből nagyobb árualapot tudnának biztosítani. Ehhez a TЭСZ-eken keresztül megvalósuló minőségi alapanyag beszerzés, termesztési technológia és értékesítési piac a mennyiség mellett egy minőséget garantáló lehetőséget nyújtana. A termesztendő fajtastruktúra kialakításához a tájegységi adottságok mellett a piaci igények felmérése is szükséges. Ennek megvalósítására kiváló lehetőség lenne, ha a hazánkban működő, külföldi tulajdonban lévő áruházláncok mind a hazai, mind pedig a külföldi fogyasztók körében végeznének az igényekről felméréseket. Ezek a vállalatok külföldön való jelenlétük miatt a felmérést technikailag viszonylag könnyen és alacsony költséggel tudnák

elvégezni. Ez exportpiacokat jelenthetne a hazai termelők számára. Egy fajtastruktúra kialakítása során tehát a termelők – megfelelő mennyiségű és minőségű árualap biztosításával – exportképessé válhatnának, árbevételük növekedhetne, ezáltal pénzügyi lehetőségeik bővülnének, illetve végső soron alkupozíciójuk is javulhatna.

## **ANALYSIS OF HORTICULTURAL VEGETABLE GROWING IN HUNGARY AND THE EU**

NÓRA GOMBKÖTŐ – TESCHNER GERGELY

Széchenyi István University Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Mosonmagyaróvár

### **SUMMARY**

Horticulture sector – in addition to grain and meat sector – is the third pillar of agriculture. However, in recent years the production of vegetables in Hungary and in other EU Member States also decreased significantly. Several countries in EU need to import some vegetables and processed vegetables, while Hungary is still net exporter as regards the most of vegetables. In our study, secondary data were analyzed by different statistical methods and the current situation in the vegetable sector was characterized by using this results. Some countries of the European Union play a key role in vegetable sector; other countries grow vegetables in negligible quantities. Of course, significant quantities are also exported to countries outside the EU by the main vegetable producing Member States. In this Member States product structures are similar; almost everywhere the same vegetables are popular. The amount of vegetables grown in Hungary - compared to less fertile areas - can be said to be relatively high compared to the EU average. However, the ratio of foreign trade of some vegetables is different. Regarding certain vegetables Hungary is a net exporter and regarding other vegetables Hungary is a net importer. In turn export demand of Hungarian vegetable products is significantly higher than the amount of tradable goods of Hungary. Solution of this problem is to higher rates of processed vegetable products, implementation of technological improvements, better coordination of transport as well as organizations of vegetable producers.

**Keywords:** yield, export, import, strategy, POs

**KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A publikáció elkészítését az **EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008** számú „**Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban**” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

**IRODALOM**

*Bijman, J. (2015):* Towards New Rules for the EU's Fruit and Vegetables Sector. An EU Northern Member States Perspective. Directorate-General for Internal Policies, Policy Department B: Structural and Cohesion Policies, Agriculture and Rural Development, Study, European Parliament

*Camanzi, L. – Malorgio G. – García Azcárate, T. (2009) :* The role of Producer Organizations in Supply Concentration and Marketing: a Comparison Between European Countries in the Fruit and Vegetables Sector. 113th EAAE Seminar “A resilient European food industry and food chain in a challenging world”, Chania, Crete, Greece, date as in: September 3 - 6, 2009

*Erdész F. (2008):* A hazai zöldség-és gyümölcságazat fejlődési kilátásai. *Gazdálkodás*. 52, (2) 144-152. p.

*FRUITVEB Magyar Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet (2013):* A magyar zöldség-gyümölcs ágazat stratégiai megvalósíthatósági tanulmánya, Budapest

*Szuperfarm (2018):* Zöldség-gyümölcs kihasználatlan lehetőségek. 2018.10.10. <https://szuperfarm.hu/szakertointol/zoldseg-gyumolcs-kihasznalatlan-lehetosegek-2> - letöltve 2019.05.17.

*Takácsné Hájos M. (2014):* Szántóföldi zöldségtermesztés. Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Kertészettudományi Intézet, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen

*Tégla Zs. (2009):* A zöldségajtatás méretökönómiai kérdései, doktori (PhD) értekezés, Gödöllő

*Udovecz G. (2008):* Alkalmazkodási kényszer az „élelem-energia-környezet” összefüggésrendszerben, az MTA Agrártudományok Osztálya 2008. október 29.-i ülésén elhangzott előadás, kézirat

*VM (Vidékfejlesztési Minisztérium) Élelmiszer-feldolgozási Főosztály (2014):  
Magyarország közép és hosszú távú élelmiszeripari fejlesztési stratégiája 2014-2020,  
Budapest*

[www.ksh.hu](http://www.ksh.hu)

<https://ec.europa.eu/eurostat/home?>

[www.fao.org/faostat/en/](http://www.fao.org/faostat/en/)

URL<sup>1</sup> <https://www.agra-net.com/agra/agra-europe/policy-and-legislation/cap/eu-must-incentivise-fruit-and-vegetable-farmers-to-join-pos---meps-477928.htm> - letöltve  
2019.02.15.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

GOMBKÖTŐ NÓRA – TESCHNER GERGELY

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

[gombkoto.nora@sze.hu](mailto:gombkoto.nora@sze.hu)

[teschner.gergely@sze.hu](mailto:teschner.gergely@sze.hu)



## DRÓNNAI VÉGZETT MEZŐGAZDASÁGI TERÜLETMÉRÉS SZÍNSZŰRÉS ÉS FUZZY LOGIKA SEGÍTSÉGÉVEL

TESCHNER GERGELY – NYÉKI ANIKÓ – GOMBKÖTŐ NÓRA  
Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás során pilóta nélküli légi jármű (UAV) (a köznyelvben elterjedt néven drón) és IP (egyedi hálózati azonosítóval rendelkező) kamera felhasználásával egy – az AForge keretrendszeren alapuló – elemző szoftvert alakítottunk ki, amely a látható fénytartományon belül készített légi felvételek on-line elemzésére alkalmas. A szoftver egy adott terület mérését több színszűrési eljárás felhasználásával végzi el.

Az elkészült alkalmazás a növénytermesztés agrotechnológiai műveletekből fakadó hibák, egyes vadkárok továbbá természeti károk területének mérésére alkalmazható.

A szoftver validálását követően megállapítható, hogy a program 99%-ban képes meghatározni egy adott színnel fedett terület nagyságát. A használat során a mérések pontosságát azonban számos tényező csökkentette, így a gyakorlatban 93%-os pontosságot sikerült elérni. Ennek egyik oka, hogy a kísérletben kisteljesítményű drónt és alacsony felbontású kamerát használtunk. A használat során technikai problémánk volt, mivel nem állt rendelkezésre a drónoknál használatos kamerák stabilizálására alkalmazott gimbal. Ezért vibráció jelentkezett, amely káros hatással volt a felvételek minőségére. Ezen kívül a pontosság csökkenéséhez különböző külső természeti körülmények (szél, fényviszonyok) is hozzájárultak. Véleményünk szerint az eljárás pontosabb mérések elvégzésére is alkalmas lehet, elérve ez által a mezőgazdaságban elvárt 95%-os követelményt.



A módszer jelentősége abban áll, hogy elsősorban a kisebb területű munkáknál alkalmazható, ahol költséghatékonyabb az – általunk – elkészített szoftver használata, mint a piacon megvásárolható megoldások.

**Kulcsszavak:** pilóta nélküli légitűrmű, IP kamera, színelismerés, szántóföldi növények, Fuzzy C-means

## BEVEZETÉS

A precíziós gazdálkodás szemszögéből vizsgált különböző technológiai megoldások rohamos fejlődésével együtt bővül azon szolgáltatások köre, amelyek eddig sebességük, bonyolultságuk vagy áruk miatt nem voltak elérhetőek. A jövőben a katonai célokra tervezett és fejlesztett rendszerek (pl. repülőgépes felderítés, adatgyűjtés, stb.) a polgári és ipari felhasználók számára egyre szélesebb körben lesznek elérhetőek, jelentős hozadékot biztosítva ezzel többek között a mezőgazdaság számára is. Precíziós növénytermesztés esetén a termőterület nagysága, a termesztés intenzitása és hatékonysága alapvetően befolyásolja a termelési költségeket és a gazdasági hatékonyságot. A technikai eszközök tömeggyártásának elterjedésével a mérőeszközök, műszerek, illetve gépek árának csökkenése várható, ami hozzájárul a minőséget és környezetállapotot is szem előtt tartó gazdálkodási mód elterjedéséhez.

A pilóta nélküli járművek (Unmanned aerial vehicles - UAVs) megjelenésének következtében a téradatgyűjtés módjai széles körben elterjedtek. Jelenleg ez a módszer a hagyományos repülőekkel szemben sem repülési magasságban, sem a levegőben töltött időben, sem a felmérhető területek nagyságában nem versenyképes. Ennek ellenére több olyan feladat megoldására kínál lehetőséget, amit eddig hagyományosan nem fotogrammetriai úton, hanem földi felméréssel végeztek el.

A pilóta nélküli légi járművek a mezőgazdasági terület feletti repülés során számos adatot képesek gyűjteni. Az összegyűjtött adatok típusa nagymértékben függ az UAV eszközre szerelt műszerektől, érzékelőktől, kameráktól. Az elmúlt 10 év során számtalan eszköz képezte mind a tudományos kísérletek, mind a gyakorlatba bevezetett és használt technológiák alapját, a hétköznapi fényképezőgépektől egészen a hő, illetve infravörös kamerákig.

Az adatgyűjtés és kiértékelés után a gazdálkodó vagy a tanácsadó számára döntést támogató információ áll rendelkezésre, a megfelelő beavatkozás és problémamegoldás érdekében.

A kutatás során olyan eszköz elkészítését tűztük ki célul, amely mind az informatika, mind pedig a mezőgazdaság szakemberei számára hasznosítható és továbbgondolható, fejleszthető.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A pilóta nélküli járművek, más néven drónok olyan repülőgépek, amelyek egy földről "pilóták" által vezérelt vagy ritkábban önállóan, előre programozott módon képesek repülni. A drónoknak számos típusa létezik: merev és forgószárnyas kialakítású.

A pilóta nélküli járművek a berepült területről, erdőkről, mezőkről teljes felületi fedettséggel, raszteres, nagyszámú adatot tudnak gyűjteni. A gyűjtött adatok típusa a drónra szerelt érzékelőktől, kameráktól függ. A drónok mezőgazdasági hasznosítása egyre elterjedtebb. A rendszerek segítik a gazdálkodókat olyan szituációk és problémák felismerésében valamint kezelésében, amelyeket korábban nem, vagy nem ilyen sebességgel lehetett megoldani.

A pilóta nélküli repülőgépek a jövő távérzékelő eszközei, amelyek nagy térbeli lefedettség mellett legalább 4096×3072 pixelnyi adatot tudnak szolgáltatni. Az UAV-k képesek a látható tartományban, multispektrális és hő tartományban képeket rögzíteni a precíziós mezőgazdaság számára. A hagyományos adatgyűjtési rendszerek a növényi vegetáció során bekövetkező csekély, de fontos változások megfigyelésére nem alkalmasak.

A drónok fejlesztése során nagyfelbontású képek (4K) készítésére, légi térképkészítésre, valamint domborzat térképészetre nyílt lehetőség. Ezenkívül infravörös kamerák segítségével talajnedvesség vizsgálatok és öntözési hatékonyság mérések is elérhetővé váltak (*Whitehead és Hugenoltz 2014*). A drónok alacsony magasságban (50-500 m), nagyfelbontású (4K) képeket készítenek, elérhető akár az 1 cm/ pixeles felbontás is. A műholdakkal szemben a drónok alkalmazása mellett szól az a tény is, hogy a vegetációs időszak kritikus szakaszaiban a növényi változásokra rendkívül gyorsan lehet reagálni, és a vizsgált területről átlagosan 2-5 cm / pixel felbontású adatok gyűjthetők.

A gazdálkodó a pilóta nélküli rendszerek alacsony magasságban történő repülésével, alacsony üzemeltetési költségek mellett megbízható adatokhoz juthat, és ezen eszközök használata a tervezés és megfigyelés folyamatait is segíti (*Kovacs és Zhang 2012*).

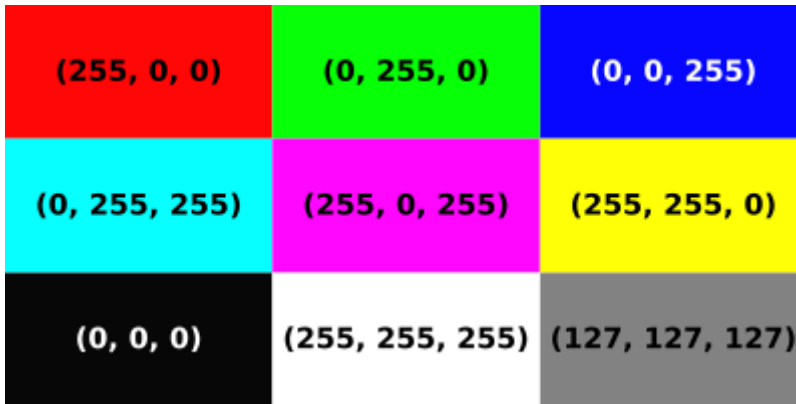
Az UAV rendszerek jelentősen hozzájárulnak a növényvédelmi technológia forradalmához a mezőgazdaságban. Mikrokontrollerekkel, érzékelőkkel, NIR és multispektrális kamerával, GPS-szel felszerelt eszközök támogatják a gazdálkodót a hatékony növényvédőszer felhasználásban, figyelembe véve a talaj és növény tulajdonságait, típusait. UAV eszközökkel a függőleges mozgásnak köszönhetően a nehezen megközelíthető helyszíneket is be tudják repülni (*Anderson 2012*).

A mezőgazdasági hasznosítás legkorábbi közleményei szerint a kísérletek *Tomlins, Lee (1983) és Manore (1984)* nevéhez fűződnek. Kezdetben hobbi minőségű modelleket használtak, később, az 1980-as években egyedi tervezésű és kivitelezésű drónokkal kísérleteztek. *Tomlins és Manore (1984)* Úttörő kutatásaik által Tomlins több mint 46 környezetvédelmi alkalmazási területet azonosított, ahol a kisebb drónok hasznosak lehetnek (*Hardin és Hardin 2010*).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Kutatásunk során a Parrot AR Drone 2.0 Power Edition drónt használtuk, amely egy hobbi célra kialakított UAV eszköz, és amelyhez fejlesztők számára készült fejlesztőkészlet (SDK) áll rendelkezésre.

Wifi hálózatot a Vodafone R206 Z típusú MIFI biztosította, IP kameraként egy Android telefont használtunk, amely 5 MP-es felbontású kamerával rendelkezik. Felhasználtuk az Android telefonon Pavel Khlebovich által fejlesztett IP Webcam alkalmazást, amely fix ip címen és porton (8080) keresztül megosztani a videó jelet MPEG 4 kódolással. A látható tartomány nagy része a három alapszínnel előállítható. Az RGB skálán egy szint az határoz meg, hogy milyen intenzitású a három komponense. Ezen koncepció szerint rajzolható egy háromdimenziós modell, ahol a 3 tengely sorra a 3 alapszint adja meg, 8 bit esetében 0 és valamilyen maximális érték (általánosságban 1 vagy a 255) között. Ha mindhárom 0, akkor az eredő szín fekete lesz, ha 1 (vagy a maximum), akkor fehér (*Bakó 2006*).



Forrás: URL<sup>1</sup>

*1.ábra:* RGB skála

*Figure 1:* RGB scale

Ahhoz, hogy az alkalmazás a videójelet fogadni, értelmezni és elemezni tudja, a projekthez a felhasználandó AForge (2.2.5) könyvtár szükséges referenciáit kellett hozzáadni. Felhasznált referenciák: AForge.dll, AForge.Imaging.dll, AForge.Video.DirectShow.dll, AForge.Video.dll. Ezek a képfeldolgozó rutinokat, szűrési eljárásokat illetve a mozgókép feldolgozáshoz szükséges megoldásokat tartalmazzák.

A szoftverfejlesztés folyamata a vízesés modell fázisai szerint haladt. Ennek első lépése a követelmények elemzése és meghatározása, azaz az alkalmazás, a szoftver szolgáltatásainak, céljainak a megállapítása és dokumentálása. Ezt követően kidolgozásra kerülnek az egyes tételek, ami a szoftver specifikációját képezi. Második lépésként a rendszertervezés és szoftvertervezés történik. A rendszer tervezési folyamat során kialakul egy általános rendszerarchitektúra. A szoftver tervezése magában foglalja az egyes funkciókat és azok kapcsolódási pontjait. Ezt követi az implementáció és az egységek tesztelése, amikor létrejönnek az egyes programegységek halmazai. Ebben a fázisban az egyes egységek tesztelése történik, valamint annak megállapítása, hogy teljesíti-e a specifikációban megkövetelt szintet. A szoftverfejlesztés folyamata az egyes különálló programegységek integrálásával és a teljes rendszer tesztelésével zárul. Ezt követően a kész teljes rendszer a felhasználóhoz kerülhet (Sziray 2009).

Az implementáció elkészítése a Microsoft Visual Studio 2010 fejlesztőrendszeren történt Microsoft Visual C# programozási nyelven. A használt keretrendszer a .Net

Framework 3.5. A képek feldolgozására a System.Drawing, valamint a System.Drawing.Imaging névterek állnak rendelkezésre. A felhasznált képfeldolgozási eszközök, szűrők, videó stream megoldásokat az AForge.Net 2.2-es verziójú nyílt forráskódú C# keretrendszer biztosította.

A tesztelés folyamatosan, minden kiemelt lépés után megtörtént. Az implementált szűrési eljárásokat előre elkészített és deklarált RGB kódú képekkel ellenőriztük, a bementi adatok helyességének, valamint a szűrési eljárás pontosságának vizsgálata céljából. A szükséges változtatások, visszacsatolások formájában módosításra kerültek. A teszteléshez, valamint a kamerával korábban rögzített képek elemzéséhez a felhasználó felületen egy gombot helyeztünk el, mellyel a Windows file megnyitás dialógusa nyílik meg, ahonnan kiválasztható a program által támogatott formátumoknak megfelelő kép file. A megnyitást követően a kiválasztott kép betöltődik a felület meghatározott ImageBox-jába, majd ezt követően végezhető a tesztelés, illetve elemzés. A Wireless Extender használatakor szükség volt továbbá autó akkumulátorra, illetve inverterre a működéshez. Ennek használatától azonban a későbbiekben eltekintettünk, mivel alkalmazásakor a felhasznált vezeték nélküli hálózatok között zavar lépett fel és a drón indításával megegyező pillanatban a videójel megszakadt.

A kutatás végső célja egy olyan alkalmazás elkészítése, amely a kiskereskedelmi forgalomban elérhető eszközökkel képes adaptálni a közlekedés, ipar, orvostudomány gyakorlatában vagy kutatásban használt képszűrési eljárásokat a mezőgazdaságban, ezen belül a kárfelmérésben és elemzésben.

A szoftverspecifikáció során, a követelménytervezés fázisában fő célunk az volt, hogy az adott rendszer működését részletesen megértsük és definiáljuk. Ebben a fázisban foglalmaztuk meg a rendszerrel szemben támasztott követelményeket, azaz, hogy milyen szolgáltatásokat várunk el a rendszertől (pl. pontosság, fejleszthetőség, bővíthetőség, bizalmasság, stb.). A rendszer működtetésének és fejlesztésének korlátait szintén ebben a munkafázisban azonosítottuk. Ezt követően a rendszertervezés és szoftvertervezés szakaszában a megvalósítandó objektumorientált rendszer megjelenítésére UML-diagramokat használtunk. Ezek statikus (osztálydiagram, csomagdiagram, telepítési diagram, komponens diagram) és dinamikus (Use Case diagram, aktivitási diagram, interakciós diagram, állapotdiagram) képeket adhatnak.

A főbb funkciókat Use Case diagramok segítségével terveztük meg. A követelményekben megfogalmazottak szerint törekedtünk arra, hogy az egyes

szolgáltatások elkülönülten, de mégis logikailag egymást követve épüljenek be a rendszerbe. Ebből következik, hogy a Use Case diagramon megtervezett használati esetek a felhasználói felületen egy-egy „fűl”-nek felelnek meg. Így az elkészült diagram a megtervezett rendszertől elvárt funkciókat már vizuálisan, könnyen áttekinthető módon mutatja meg.

A Use Case diagram az alkalmazás dinamikáját, időben lezajló változását aktív oldalról, a végrehajtandó tevékenységek sorrendiségének meghatározásával ábrázolja, eszközeinek segítségével a különböző folyamatok vezérlései kiválóan modellezhetőek.

Minden esetben, amikor valamilyen folyamatot szeretnénk modellezni, aktivitás-diagramot használunk. Az aktivitás a modellezett folyamat egy olyan lépését, állapotát jelenti, amikor valamilyen tevékenységet végre kell hajtani. A tevékenység a diagram részletezettségi szintjétől függően további altevékenységekre bontható, amelyeket adott esetben egy újabb aktivitás-diagramon modellezhetünk. Az aktivitás – diagramon az aktivitásokat úgynevezett átmenetekkel kapcsoljuk össze. Az átmenet azt fejezi ki, hogy egy aktivitás végrehajtása befejeződött és kezdődhet a következő tevékenység végrehajtása, tehát az aktivitások között egy időbeli sorrendet határozzunk meg (*Sike és Varga, 2003*).

Az aktivitás diagram segítségével szolgál az implementáció előtt, mivel a fejlesztő számára az egyes elágazási pontokat, az osztályok strukturáját és működését, a szükséges változókat is előrevetítik. Továbbá elkészítése során a fejlesztő át tudja gondolni a rendszer működését.

Következőkben az osztály diagramot készítettük el, melynek alapja az osztály. Az osztály az objektum orientált programozás alapja, a valós világ fogalmainak magas szintű absztrakciója, amely lehetővé teszi az adatmodell és a funkcionális modell együttes kezelését. Az absztrakció során felmerülő adatokat attribútumokkal, a különböző viselkedéseket pedig metódusokkal modellezzük (*Störrele 2007*).

A rendszertervezés és szoftvertervezés fázisát az implementálás és az egységek tesztelése követi. Az itt keletkező képfolyam a felhasználó részére az Aforge keretrendszer VideoSourcePlayer kontrollján keresztül érhető el, melyről - a Drón megfelelő pozicionálása után – pillanatképet készíthet, ami átkerül egy ImageBox-ba további feldolgozásra. A kontroll továbbá információt szolgáltat a felhasználó felé a képfrissítés gyakoriságáról (FPS).

A fejlesztés utolsó fázisa az integrálás, valamint a rendszertesztelés. A teszteléshez használt kamera segítségével eltérő távolságokból méréseket végeztünk, 40x40 cm-es, illetve 75,8x35 cm-es egyszínű felület segítségével. Ezt követően megmértük az említett nagyságú alakzatok által pixelben mért lefedett terület nagyságát. A méréseket 0,5 métertől 20 méterig, 0,5 méterenként végeztük. A hagyományos (kézi) adatgyűjtésre azért volt szükség, hogy az adatok a későbbiekben – elemzéshez – alkalmazott program kalibrálásához rendelkezésre álljanak.

Microsoft Excel táblázatban kerültek kiértékelésre a statisztikai adatok.

## **EREDMÉNYEK**

A természetben a növényvel borított és borítatlan felületek határa nem különíthető el élesen. Az átmenet a két fő típus között kisebb nagyobb átfedéseket mutat. Az egyes vadkár, vízkár pontosabb megállapítása érdekében a feldolgozandó képet klaszterezni kell. A klaszterezési eljárás lényege, hogy egymástól elválasztható részhalmazokat hoz létre, amely részhalmazokon belül az ott tartózkodó elemek bizonyos mértékben hasonlítanak egymáshoz. Mindez egy adathalmaz kisebb részhalmazokra történő felosztását, partíciónálását jelenti. Korábban, a fuzzy logika megjelenése előtt minden egyes elem csak egy részhalmazban helyezkedhetett el. A fuzzy logika alkalmazása során elérhetővé vált, hogy egy elem nem csak egy, hanem – valamilyen mértékben – több osztályhoz, részhalmazhoz is tartozhat. Vizsgálatunkhoz a fuzzy rendszereknél használt c-mean klaszterezési módszert választottuk. Az FCM egy iteráló eljárás, melynek során egy költségfüggvény minimumát keressük. Megállítása akkor történik, amikor a költségfüggvény változása egy iteráció során egy meghatározott érték alá csökken.

A költségfüggvény minimumát egy iteratív algoritmus szerint határozzuk meg, melynek lépéseit a költségfüggvény parciális deriváltjainak zérus átmeneteiből kapjuk meg.

Az elemek klaszter középpontoktól való távolsága fejezi ki a hasonlóságot, illetve a különbözőséget az elem és az egyes klaszter középpontok között. Minél távolabb van a térben (jelen esetben a képen egy szín) egy elem a klaszter középponttól, annál kevésbé hasonlít rá.

Az FCM klaszterezés egy optimalizációs iterációja két fázisból tevődik össze. Az első fázisban minden egyes képpontnak az egyes klaszterhez mért hozzátartozottsága, a második fázisban a klaszterek új prototípusai kerülnek kiszámolásra. Ezek után elmondható az is, hogy a kezdetben meghatározott színek is igazodni fognak a képen található többi színhez. Elmondható, hogy egy adott, előre meghatározott szín, mint a igazodik a hozzátartozó mintákhoz, azaz maga a klaszter középpontja változik ilyenkor. Így amikor egy újabb iteráció jön, a hozzátartozási mátrixban az értékek is az adott klaszternek megfelelően fognak változni. Az FCM algoritmus alkalmazásakor a legtöbb bemeneti adat minden osztályra nézve nullánál nagyobb fuzzy tagsági függvény értéket kap. Ennek eredményeképpen minden osztály prototípusát némileg befolyásolják az oda kevésbé tartozó adatok is (*Fuzzy C-means klaszterezés*). Az alkalmazott klaszterező eljárásnak van korlátja. Akkor működik helyesen, ha a kapott osztályok mérete és alakja hozzávetőlegesen hasonló.

A 2. ábra baloldali képén látható felvétel vízkárt, míg a jobb oldali a klaszterezés utáni állapotot mutatja be. A példában két darab klaszter középpont került alkalmazásra.

A kapott kép további problémákat vet fel. Látható, hogy a vízkárral érintett terület és a vetési sorközök hasonló színkóddal rendelkeznek. Ennek a problémának a kiküszöbölését a későbbiekben tárgyaljuk.

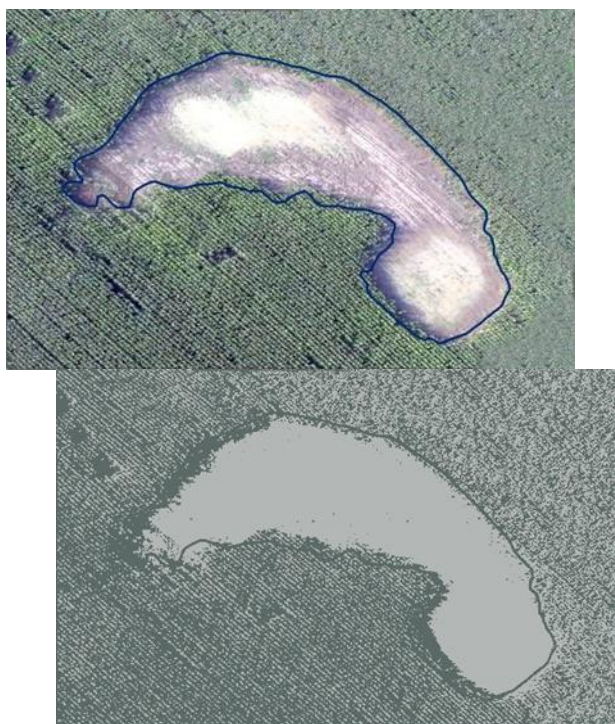
Ezt a fázist az egyes szűrési eljárások programozása követte, amely RGBColorFiltering, EuclideanColorFiltering metódusok felhasználásával történt.

A szűrő egy RGB színkód által meghatározott szín és az ezt körülvevő - beállított - tartományban lévő színtől eltérő színeket egy meghatározott színre cserél.

A képfeldolgozó szűrő egy RGB színkód külső és belső határait fogadja, működése ettől a három szín tartománytól eltérő színeket egy meghatározott színre cserél. A későbbiekben a value1...value 4 értékek beállítása és ezek átadása a felhasználói felületen történt kialakításra.

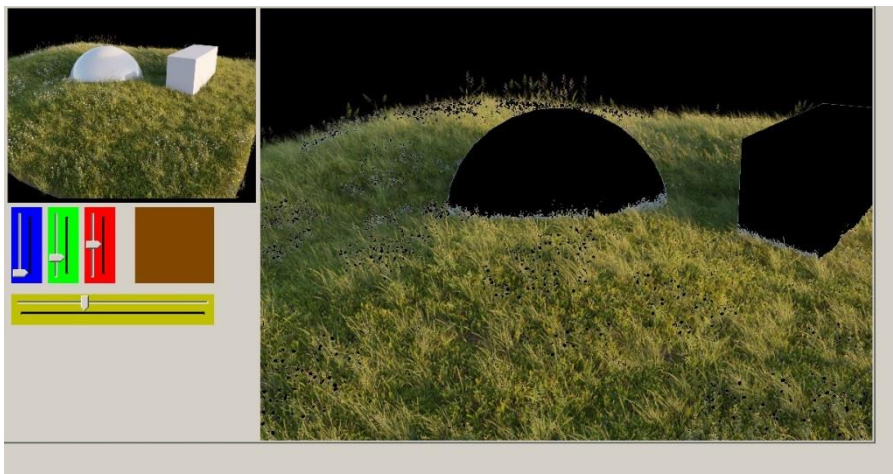
Az 2. ábrán az RGB szűrés látható egy teszt fotó szűrése közben.





2. ábra: Fuzzy C-means klaszterezési eljárás bemutatása

Figure 2: Presentation of a Fuzzy C-means clustering process



Forrás: Saját felvétel

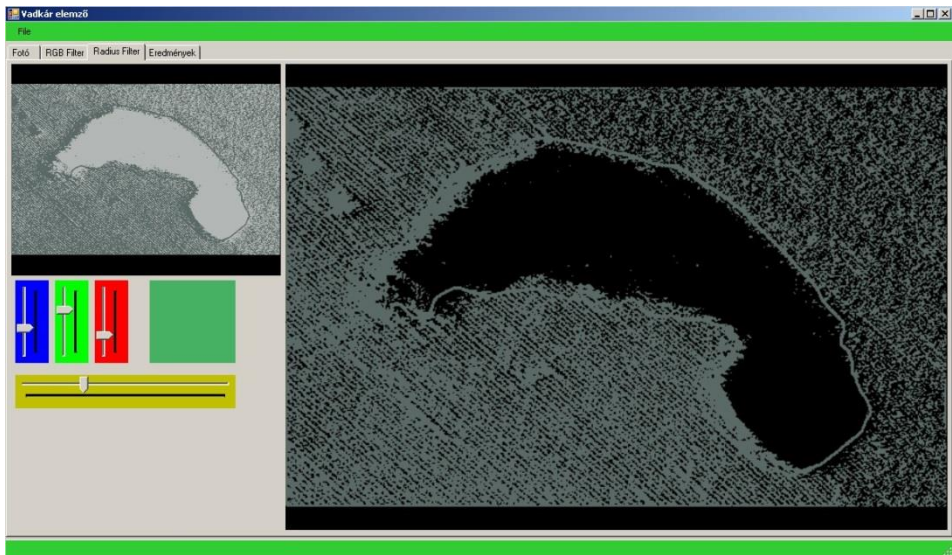
3. ábra: RGB szűrés tesztelése

Figure 3: RGB filtering test

A 3. ábrán jól megfigyelhető az EuclideanColor Filter működése, vagyis a tartományon kívül eső színek feketére, (0,0,0) RGB kódra való cseréje. Ez az adottság tette lehetővé a későbbiekben a terület mérését a pixelek megszámlálása révén.

A szűrő algoritmusok tesztelését a felhasználói felületen keresztül is elvégeztük. Ehhez megadott tulajdonságú képeket készítettünk, melyek a kép meghatározott pozíciójában, deklarált nagyságban eltérő színű területeket tartalmazott. Ezen eltérő színű területek szűrését végeztük. Az általunk szerkesztett kép kezdetben a fekete és fehér színek kombinációját, későbbiekben piros, kék, zöld, sárga, fekete és fehér színeket tartalmazott. Az implementált szűrési eljárások teszteléséhez egységesen 700 x 525 pixeles képeket használtunk. Az egyes tesztképeket a szoftver mintakép gombjával be tudtuk tölteni, és a vizsgálatot le tudtuk futtatni. Minden esetet sorszámoztunk (T101, T102, stb).

A programban a fekete színnel rendelkező pixelek számolását futtattuk le.



4. ábra: Klaszterezés és az EuclideanColorFiltering eljárás utáni állapot

Figure 4: Clustering and post-EuclideanColorFiltering procedure

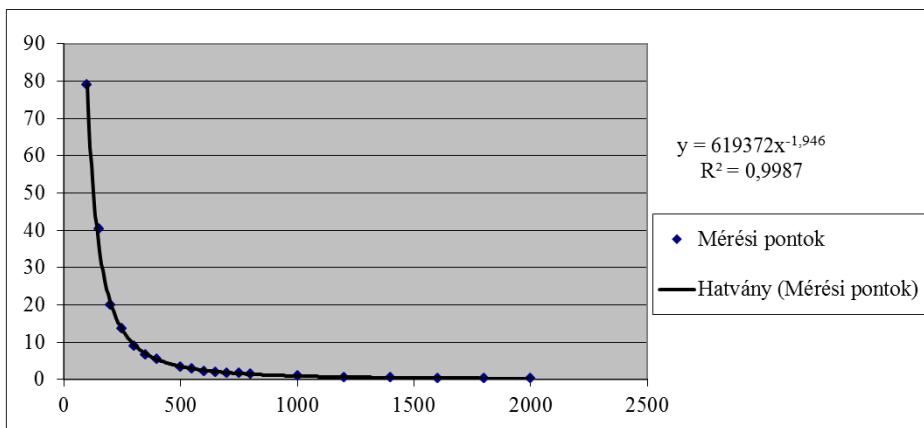
A 4. ábrán látható állapot problémája, hogy a fekete színkóddal rendelkező pixelek megszámlálása és területre való konvertálása az egész képen vagy a felhasználó által kijelölt téglalapon belül lefut.

A problémát az algoritmus módosításával oldottuk meg, egy egyszerű szűrési algoritmus beiktatásával, ami számolás során nem minden fekete pixelt vesz számításba, csupán azt, ami bizonyos feltételnek megfelel.

Ha egy adott, vizsgált képkocka fekete, és az ezt körülvevő pixelek közül további öt darab szintén fekete, akkor feketének tekinti a vizsgált képkockát. Az alkalmazott eljárásnál a használt 5-ös küszöbértéket tesztelesek tapasztalatai alapján állítottuk be.

A referencia mérések során a mintavételezést kezdetben egy 3,5 Mpx-es kamerával is elvégeztük 0,2 és 10 méter között, 20 centiméterenként. Az eredmény hasonló volt, ugyancsak hatvány trendfüggvény illeszkedett a legjobb mértékben, 0,98-as  $R^2$  értékkel. A 10 métert meghaladó távolságnál azonban a pontosság nagymértékben csökkent. Rendelkezésre állt egy 5 Mpx-es kamera, mellyel 20 méterig megfelelő eredményt kaptunk, a fejlesztés későbbi szakaszában már ezt a kamerát alkalmaztuk. A kézi mintavételezés adatait Excel táblában értékeltük ki, eltérő trendfüggvényeket illesztettünk a mérési pontokra, figyelve a függvények illeszkedését.

A trendfüggvény pontos meghatározása fontos volt az alkalmazás szempontjából, mivel egy adott szintartománynak megfelelő terület méretét ez alapján képes kiszámolni, és a döntéshozó számára releváns és pontos információt nyújtani. A kézi mintavételezés során nyert nyers adatok a 4. ábrán láthatók.



Forrás: Saját szerkesztés

5. ábra: Kézi mintavételezés eredménye

Figure 5: Manual sampling result

A kapott értékekre legjobban a hatvány trend illeszkedett, melynek  $R^2$  értéke 0,9987 volt. Az így kapott trendfüggvény a következő:

$$y = 619372 \cdot x^{-1,9663}$$

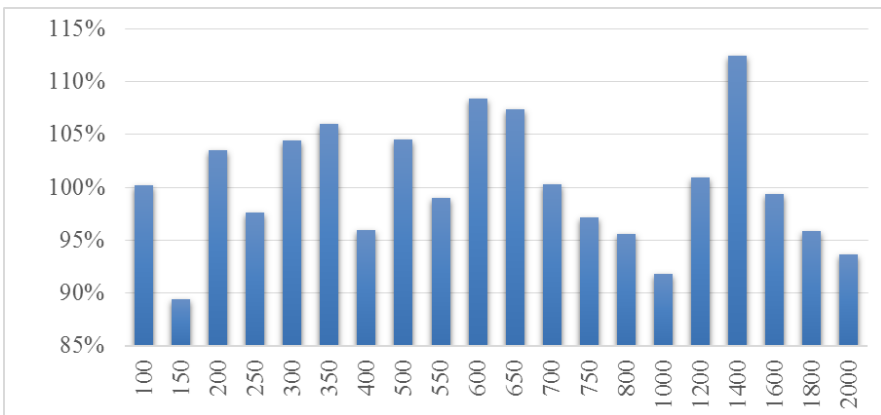
$y = 1 \text{ cm}^2$  által lefedett terület pixelszáma.

$x =$  magasság cm-ben.

Az így kapott eredmény alapjául szolgál a működési logika programozásának, és a későbbiekben a tesztelésének.

A trendfüggvény alkalmazhatóságát teszteltük, amely során az előzetesen elvárt eredményeket kaptuk.

A forráskódban a működési, számítási paramétereket ezek alapján tudtuk programozni. Az alkalmazott trendfüggvény nem vezet 100%-os pontossághoz, de ahhoz közelít. Az ezzel kapcsolatos mérések az 6. ábrán láthatók.



Forrás: Saját szerkesztés

6. ábra: A kézi és szoftveres mérések közötti érték eltérések

Figure 6: Difference values between the manual and software measurements

A szoftver által mért terület a valóságtól átlagosan 0,17 %-al tért el, 0,058 szórással. A fenti tények figyelembevételével a függvényt alkalmasnak ítéltük meg a használathoz.

Miután az alkalmazás a bejövő adatokat már képes volt értelmezni, és ebből a felhasználó számára értelmezhető információt közölni, az egyes kivételeket is kezelni kellett. Ezen kivételek nagy részben a program nem rendeltetésszerű használatából adódnak.

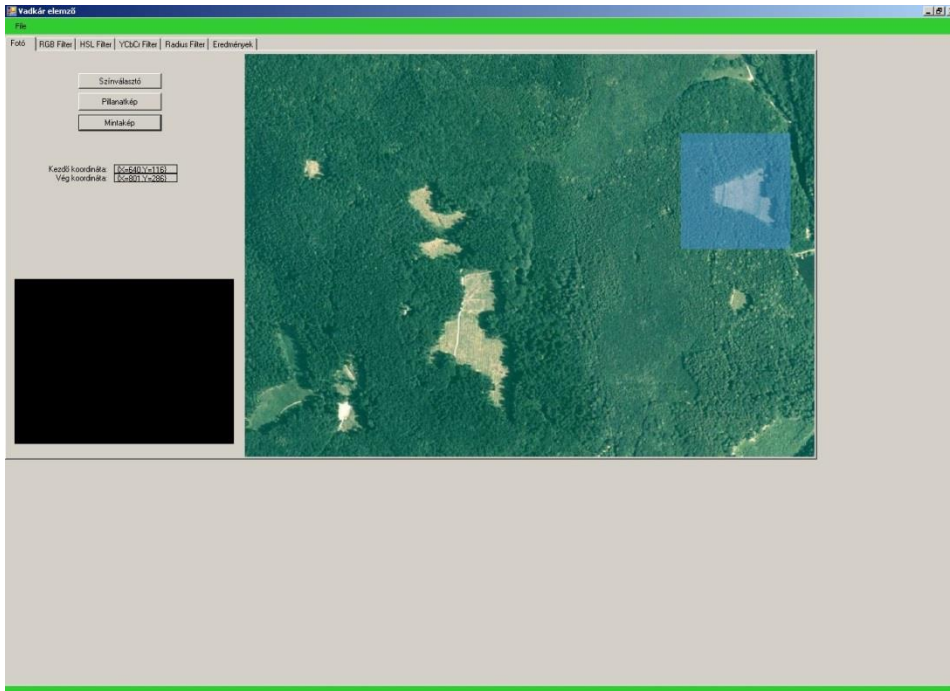
A hibakezelés minden felhasználói föltre, gombra, csúszkára elkészült. Ezután a helyes működés megvalósítását tesztelésen keresztül ellenőriztük. Mindemellett a felhasználó információt kap arról, ha a videó stream hibába futott.

Az alkalmazás funkcionális tesztelése arra helyezi a hangsúlyt, hogy a szoftver az előzetesen meghatározott specifikációnak, tervdokumentumnak, használhatóságnak és követelményeknek megfeleljen. Black box típusú tesztelés, azaz a program forráskódját és annak működését a tesztelőnek nem kell ismernie – ellentétben a white box típusú teszteléssel.

Pozitív és negatív teszteseteket is tartalmaz, ily módon fokozva a defektek felderítésének hatékonyságát (például magasság gyanánt adjunk meg betűt vagy szöveget, ebben az esetben a számolásra elvárás lesz a hiba, vagy hibaüzenet).

A funkcionális tesztelést egy teszt terv (test plan) elkészítése előzte meg, amely a tesztelőt az egyes lépéseken végigvezeti. A funkcionális teszt összesen 34 tesztesetet tartalmaz. Az eredményeket táblázatkezelőben összegeztük. Kezdetben a funkcionális teszten a hibák száma 18 darab volt, melyek javítását elvégeztük. A funkcionális tesztet mindaddig újraindítottuk, amíg a hibák kizárásra kerültek.

A kezdeti tesztek és repülések kimutatták, hogy a 20-25 méter magasságban készített felvételek szűrése és elemzése - a referenciamérések eredményeit alapul véve - nem vezetett korrektnak, használható eredményre. Ennek az oka az volt, hogy a bekötő vagy művelőutak több esetben is a kép részét alkották, és az eredményeket torzították. Ezért a felhasználónak meg kellett adni, hogy a vizsgálat az általa kiválasztott területen belül készüljön.



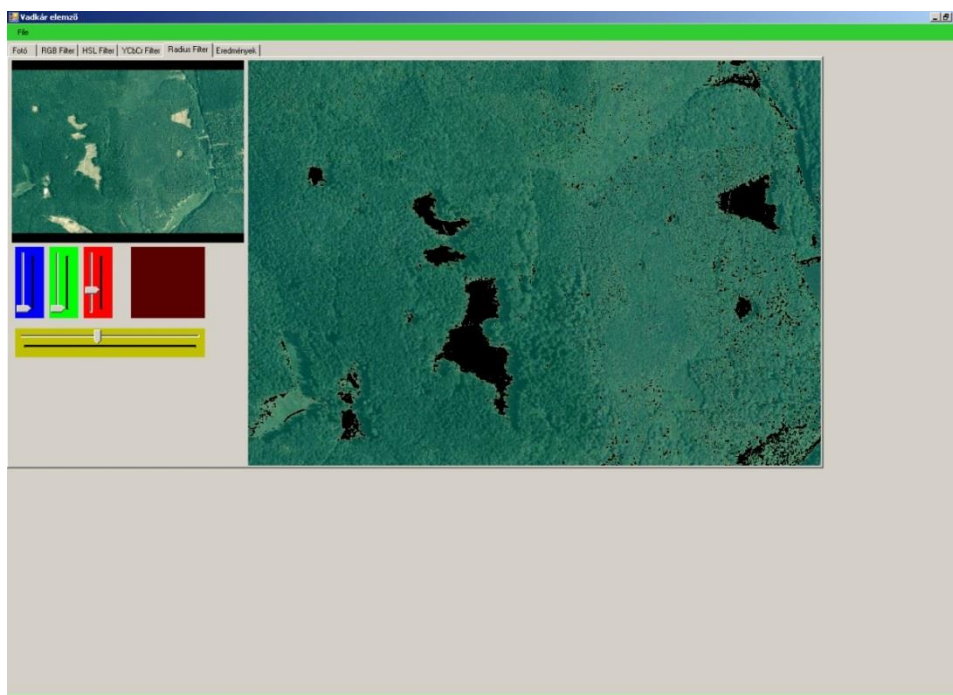
Forrás: Saját felvétel

7. ábra: Mező kijelölése

Figure 7: Selecting a Field

A 7. ábrán a kijelölés tesztelése látszódik egy erdőről készült légifelvételen. Így az elemzés és terület meghatározása külön a kijelölt területre is kiértékelődik.





Forrás: Saját felvétel

*8. ábra:* Szűrés és színcsere

*Figure 8:* Filtering and Colour Changing

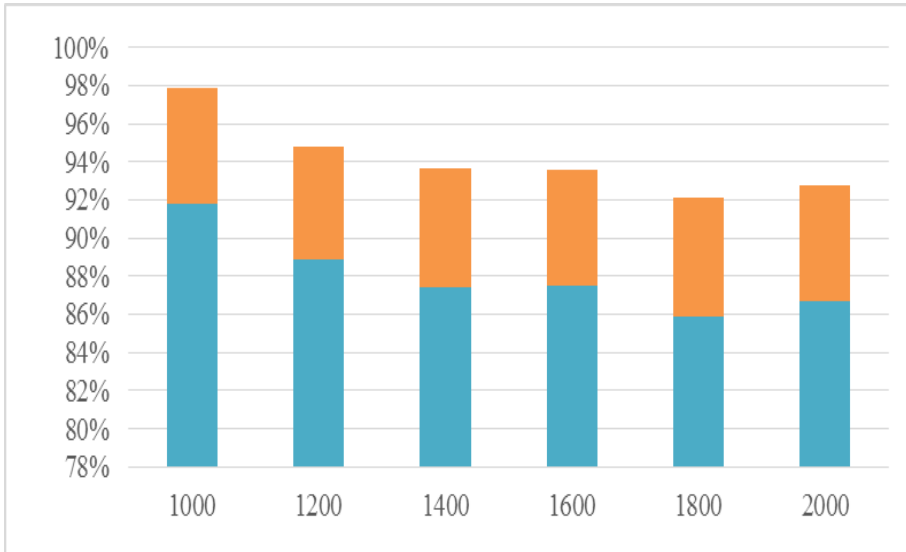
A *8. ábrán* látható funkciót két metódus látja el, mellyel a felhasználó egy tetszőleges nagyságú téglalap alakú területet tud kijelölni, majd a vizsgálat az ezeken belül eső pixeltartományban végzi a számítást.

A használat során az alkalmazással szemben megfogalmazott további követelmény, hogy az eredmények tárolása a számítógépen történjen. A tárolandó információk a felvétel készítésének időpontja, parcella azonosító, amely felett a repülés történt, a felvétel készítésének magasságadata, az eljárásonkénti szűrési adatok, valamint megjegyzés.

A fenti adatok tárolására az XML-ben való tárolást választottuk, mivel a követelményekben foglaltaknak eleget tesz.

A valós környezetben a használat során több probléma került felszínre. A hatótávolság a felhasznált eszközökkel 23-25 méter repülési magasság volt, amely a drón alacsony teljesítményéből adódott. Kamera nélkül 30 méter feletti magasságot sikerült elérni.

Ezenkívül nagyjából 20 km/h feletti szél esetében túl nagy volt a vibráció, amely a pillanatfelvétel készítését megnehezítette, az elkészült kép nem volt éles.



Forrás: Saját szerkesztés

9. ábra: Eredeti mérettől való eltérése 10 és 20 méter között

Figure 9: Differences from original size between 10 and 20 meters

A fuzzy klaszterezés nélkül átlagosan 89%-os pontosságot sikerült elérni. Ezt a 9. ábrán a késsel jelölt terület jelzi. A zöld sáv a klaszterezés által javított értékeket jelöli, így a rendszer a tesztek során átlagosan 94%-os pontossággal mért. 20 méteres magasságban is 93%-os pontosságot sikerült elérni.

Az elkészült szoftverrel – a drón repülési idejétől függően – a felhasználó képes egy nagyobb területet berepülni és a problémás területről azonnal dönteni, és részletesebb vizsgálatot végezni. A tesztelés során azonban azt tapasztaltuk, hogy a felszerelt kamera súlya közel 35-40%-al csökkentette a repülési időt, amely a gyakorlatban nagyjából 7-8 percet jelentett. A terület alakjától függően egy gyakorlott pilóta számára 5-7 hektár berepülése elérhető. Figyelembe véve ezt a tényt és a részcélként megfogalmazott követelményt, a továbbiakban a fejlesztést valós idejű elemzés irányába végezzük.



**KÖVETKEZTETÉSEK**

A kutatás során arra a következtetésre jutottunk, hogy a felhasznált eszközökkel és az elkészített szoftverrel a növénytermesztés során előállt technológiai károk, egyes vadkárok, illetve a természeti károk területének mérésére gyorsbecslések készíthetők. A rendszer előnye, hogy a felhasznált drón és kamera beszerzési költségei alacsonyak, valamint a szoftver használata gyorsan elsajátítható. Mivel a funkciókat adott célra fejlesztettük ki, ezáltal az eszköz használata rövid idő alatt megtanulható. A rendszer előnye a tesztelések során kimutatott 94%-os pontosság, amely ideális időjárási körülmények között érvényes.

A rendszer hátránya a kommunikációban tapasztalt instabilitás, amely az alacsony költségvetésű eszközök esetében gyakran előfordul. További hátrányként kell megemlíteni a drón kis súlya miatt, szél megléte esetén fellépő vibrációt, amely az éles felvétel készítését korlátozta, ezáltal pontatlan eredmény született.

Véleményünk szerint a szoftverben implementált Aforge keret adta szűrési eljárások és a Fuzzy c-means klaszterezés alkalmasak lehetnek gyors becslés végzésére, akár a jelen eszközök felhasználásával is. További kutatás és nagyobb teljesítményű eszközök rendelkezésre állása esetén alapot szolgáltathatnak egy precíz mérés megvalósításához. A szoftver további optimalizálásával elérhetővé válik a gyorsabb válaszidő, továbbá egy nagyobb teljesítményű drón használatával a hatótávolság, vibráció mértéke is számottevően javulhat, azaz a jelenleg használt eszközökhöz képest eredményesebb és a jelenlegi használatot meghaladó eredmény érhető el.

## MEASUREMENT OF ARABLE LAND WITH DRONE USING COLOUR FILTERING AND FUZZY LOGIC

GERGELY TESCHNER – ANIKÓ NYÉKI – NÓRA GOMBKÖTŐ  
Széchenyi István University Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Mosonmagyaróvár

### SUMMARY

During the research, using an unmanned aerial vehicle (so-called drone) and IP camera, an analysis software was improved based on the Aforge framework, which is capable of analysing on-line aerial photographs within the visible light range. The software measures a specific area by using multiple colour filtering procedures.

The application is used to measure the technological damage caused by plant cultivation, some wild damages and natural damage.

Based on the calibrated instruments used, it can be stated that the theoretical accuracy of the software is 99%. However, in use, the accuracy of the measurements was reduced by a number of factors, so in practice 93% accuracy was achieved. One reason for this is that we used a low power drone and a low resolution camera in the experiment. Another problem was that the recording was disturbed by the presence of vibration. In addition, various external natural conditions (wind, light conditions) have contributed to the reduction of precision. In our opinion, the process can be used to carry out more accurate measurements, thus achieving the required 95% requirement in agriculture.

The significance of this method is that it can be used primarily in smaller works, where it is more cost-effective to use the software made by us than to do a conventional flight.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, IP camera, colour recognition, arable crops, fuzzy C-means

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az **EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008** számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A

projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOM

*Anderson, C.* (2012): Here Come the Drones. *Wired Magazine*, London, UK, August 2012, 102-111.

*Bakó A.* (2006): A multimédia alapjai. Elektronikus egyetemi jegyzet

*Hardin, P. J. – Hardin, T. J.* (2010): Small-Scale Remotely Piloted Vehicles in Environmental Research. *Geography Compass*. 4, (9) 1297-1311.

*Hardin, P. – Jensen, R.* (2011): Small-Scale Unmanned Aerial Vehicles in Environmental Remote Sensing: Challenges and Opportunities. *GIScience & Remote Sensing*. 48, (1) 50-111.

*Kovacs, M. J. – Zhang, C.* (2012): The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture. *Review Precision Agriculture*. 13, (6) 613-712.

*Mackey A.* (2010): A NET 4.0 és a Visual Studio 2010. Szak Kiadó Kft., Budapest

*Rango, A. – Laliberte, A. – Herrick, J. E. – Winters, C. – Havstad, K. – Steele, C. – Browning, D.* (2009): Unmanned Aerial Vehicle-Based Remote Sensing for Rangeland Assessment, Monitoring, and Management. *Journal of Applied Remote Sensing*. 3, (1) 2-10.

*Ries, J. B. – Marzolf, I.* (2003): Monitoring of Gully Erosion in the Central Ebro Basin by Large Scale Aerial Photography Taken from a Remotely Controlled Blimp. *CATENA*. 50, (2-4) 309-328.

*Rodriguez, A. – Negro, J. J. – Mulero, M. – Rodriguez, C. – Hernández-Pliego, J. – Bustamante, J.* (2012): The Eye in the Sky: Combined Use of Unmanned Aerial Systems and GPS Data Loggers for Ecological Research and Conservation of Small Birds. *PLOS ONE*. 7, (12) 2-8.

*Sike S. – Varga L.* (2003): Szoftvertechnológia és UML. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest

*Störrie, H.* (2007): UML2 - Unified Modeling Language. Panem Kiadó, Budapest

*Sziray J.* (2009): Bevezetés a Szoftver-technológiába. NOVADAT Bt., Győr

*Tomlins, G. – Manore, M.* (1983): Remotely Piloted Aircraft for Small Format Aerial Photography. The Canadian symposium on Remote Sensing and Association:

proceedings of a conference, Quebecoise de Teledetection, Congress, 4th, Montreal, QC, Canada, 3-6 May 1983, 127-136.

Treuhaf, R. N. – Law, B. E. – Asner, G. P. (2004): Forest Attributes from Radar Interferometric Structure and Its Fusion with Optical Remote sensing. *BioScience*. 54, (6) 561-571.

Whitehead, K. – Hugenholtz, C. H. (2014): Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 1: a review of progress and challenges. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*. 2, (03) 69–85.

AForge.net framework n.d., EuclideanColor Filtering Class. Letöltve: <http://www.aforgenet.com/framework/docs/html/67fa83b5-dede-8d3a-8d3b-b7a6b9859538.htm>. [2015.11.10.]

AForge.net framework n.d., RGB Color Filtering Class. Letöltve: <http://www.aforgenet.com/framework/docs/html/35bd90e3-4e35-8f5f-e255-26c5d8d4b927.htm>. [2015.11.10.]

Fuzzy c-mean klaszterezés. Letöltve: <https://www.codeproject.com/Articles/91675/Computer-Vision-Applications-with-C-Fuzzy-C-means> [2017.02.22.]

School Coders, Computer colour. Letöltve: [http://schoolcoders.com/wiki/Computer\\_colour](http://schoolcoders.com/wiki/Computer_colour) [2019.05.12.]

URL1. Letöltve: [http://schoolcoders.com/wiki/Computer\\_colour](http://schoolcoders.com/wiki/Computer_colour) [2019.05.13.]

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Teschner Gergely – Nyéki Anikó – Gombkötő Nóra  
Széchenyi István Egyetem,  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.  
teschner.gergely@sze.hu

# **SZEMLE**



**SPEKTROSKÓPIAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA A TALAJ  
TÁPANYAGTARTALMÁNAKMEGHATÁROZÁSÁRA: SZAKIRODALMI  
FELDOLGOZÁS**

DORKA-VONA VIKTÓRIA<sup>1</sup>, - KALOCSAI RENÁTÓ<sup>1</sup> - TÓTH ENDRE<sup>1</sup> - GICZI  
ZSOLT<sup>1</sup> - KOVÁCS ATTILA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar,  
Víz- és Tanszék,  
Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup>Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar,  
Biológiai Rendszerek és Élelmiszertudományi Műszaki Tanszék, Mosonmagyaróvár

**ÖSSZEFOGLALÁS**

A talajok tápanyagtartalmának meghatározása jelenleg hagyományos laboratóriumi vizsgálati módszerekkel történik, amelyek számos hátránya (pl. idő- és anyagszükséglet, magas költségek) miatt az elmúlt évtizedben megnőtt az igény új mérési módszerek és technológiák kidolgozására. A spektroszkópiai módszerek kemometriai módszerrel történő kombinálása ígéretes alternatíva a hagyományos laboratóriumi módszer helyettesítésére, vagy kiegészítésére. Ezek a technikák alig, vagy egyáltalán nem igényelnek vegyi anyagokat és éppen ezért képesek gyors, megfizethető megoldást kínálni, továbbá akár terepi körülmények között is alkalmazhatók. Egyik fő területük a reflektancia spektroszkópia, amely talajvizsgálatban történő alkalmazásának egyik legnagyobb kihívása a módszer kalibrálása és validálása. Ennek során alapvető feladat a referencia (kalibrációs) talajminták összegyűjtése és olyan megbízható kalibrációs modellek megalkotása, amelyek összevetik a talajok spektrumait azok laboratóriumi eredményeivel. A spektroszkópiai módszerek sikerességének kulcsa a megfelelő kemometriai modellek kidolgozása. Jelen irodalmi áttekintés célja összefoglalni és azonosítani azokat a szabályokat, amelyek alapján kiderülhet, hogy mely kísérleti

paraméterek befolyásolják a kemometriai modellek teljesítményét (pontosságát). Ezen belül jelen cikkben elsősorban a növényi tápanyagok talajból történő felvehetőségének becslését vizsgáljuk azok infravörös spektrumának meghatározása alapján.

Az utóbbi két-három évtizedben több száz tanulmány született, amelyben az infravörös spektroszkópia talajvizsgálatokban történő alkalmazhatóságát vizsgálták. A legfontosabb alapvető vizsgálatok nagy részét *Ben-Dor és Banin (1995)*, *Viscarra Rossel és McBratney (1998)*, *Shepherd és Walsh (2002)*, valamint *Mouazen et al. (2007)* végezték el.

*Soriano-Disla et al. (2014)* a talajok infravörös spektroszkópiás módszerrel mért tulajdonságait értékelő kísérleteket foglalták össze kéziratukban, amely jelenleg a legátfogóbb tanulmánynak tekinthető a témában.

Az infravörös spektroszkópiai módszerek elméletéről és gyakorlati alkalmazási lehetőségeiről számos nemzetközi tanulmány született, ezért jelen irodalmi áttekintésben azt vizsgáljuk, hogy mely tényezők befolyásolják a kemometriai modellek (a reflektancia spektroszkópia eszközei és matematikai-statisztikai módszerek együttes alkalmazása) teljesítményét, hiszen a reflektancia spektroszkópia talajvizsgálatban történő alkalmazásának a legnagyobb kihívása, hogy megfelelő modelleket állítsunk fel.

Az elérhető tanulmányok közül azokat az összehasonlító tanulmányokat választottuk ki, amelyek esetében a kísérleti paramétereket két vagy annál több kombinációban vizsgálták ugyanazon az adatsoron, illetve ahol azonos kísérleti paramétereket vizsgáltak különböző adatsorokon. Ezekből az egyedi tanulmányokból olyan általános trendeket, szabályokat próbáltunk azonosítani, amiből kiderül, hogy a kísérleti paraméterek milyen módon befolyásolják a kemometriai modellek előrejelző képességét.

**Kulcsszavak:** talajvizsgálat, infravörös spektroszkópia, kemometriai módszerek, növényi tápanyagok

## A NÖVÉNYI TÁPANYAGOK HAGYOMÁNYOS VIZSGÁLATI MÓDSZEREI

A hagyományos vizsgálati módszerekkel a minta laboratóriumi előkészítését követő vizsgálatok (mint például AAS, ICP-AES, UV/VIS spektrofotometria) révén meghatározhatjuk az elemek talajban megtalálható koncentrációját (*Read, 1921; Rayment et al., 1992*). Erős savat/savakat alkalmazó kivonásos módszerrel, esetleg

ömlesztéses vagy hamvasztásos/égetéses eljárással az adott elem teljes koncentrációját becsülhetjük meg. Azokkal az extrakciós módszerekkel, amelyek gyenge savakat, gyenge bázisokat vagy só oldatokat használnak, meghatározható egy adott elem növények által felvehető koncentrációja. Annak ellenére, hogy ezek a vizsgálati módszerek jól kivitelezhetőek és analitikai teljesítőképességük megfelelő, általában időigényesek és olyan anyagokat kell felhasználni az elvégzésükkor, mint savak, sók és ioncserélt víz. A mérgező és környezetre káros anyagok használata és az alkalmazandó berendezések és műszerek jellemzői miatt a vizsgálatokat csak laboratóriumi körülmények között lehet elvégezni, ahol ezeknek a vegyi anyagoknak a használata és ártalmatlanítása engedélyezett és biztosítottak a vizsgálatok megbízható elvégzéséhez szükséges szervezeti, környezeti, műszaki és személyi feltételek (MSZ EN ISO/IEC 17025, 2005).

#### **A SPEKTROSKÓPIA ALKALMAZÁSA A TALAJTUDOMÁNYOKBAN**

A fent említett hagyományos módszerek használata során felmerülő problémák elkerülése érdekében a növény által felvehető tápanyagtartalom vizsgálatának egy másik lehetséges módja a spektroszkópiai módszerek (röntgen-fluoreszcencia, vagy az infravörös spektroszkópia) alkalmazása. Míg a hagyományos módszereknek számos hátrányuk van (pl. idő-, anyag-, költségigényesek, környezetre káros anyagok keletkezésével járnak), addig a spektroszkópiai módszerek segítségével ezek a problémák áthidalhatók. Az ilyen technikák (pl. infravörös spektroszkópia) gyorsabbak, alig, vagy nem igényelnek vegyi anyagokat és éppen ezért képesek gyors, megfizethető megoldást kínálni, továbbá akár terepi körülmények között is végrehajthatók (*Viscarra et al.*, 2006; *Cohen et al.*, 2005).

Az utóbbi két-három évtizedben több száz tanulmány született, amelyekben az infravörös spektroszkópia talajvizsgálatokban történő alkalmazhatóságát vizsgálták. Jelenlegi kutatások rámutattak, hogy laboratóriumi körülmények között a talajok számos szervetlen és szerves alkotója, kémiai és fizikai tulajdonságai is megbízhatóan meghatározhatók a reflektancia spektroszkópia eszközei és matematikai-statisztikai (együtt: kemometriai) módszerek együttes alkalmazásával (*Viscarra et al.*, 2006). A kemometria a többváltozós kémiai vagy hasonló jellegű mérési adatok kiértékelésére szolgáló módszerek összességét jelenti (*Rajkó*, 2011).



A hagyományos laboratóriumi talajvizsgálatok közvetlen szemléletmódjával ellentétben az infravörös spektroszkópiát leginkább közvetett módszerként tartják számon. A legfontosabb növényi tápanyagok közül például a  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  és  $\text{K}^+$  optikailag nem eléggé aktív az általánosan alkalmazott hullámhossz-tartományokban (700–25000 nm). Az infravörös spektroszkópia a növényi tápanyag koncentrációja és az optikailag aktív talajalkotók összefüggéseit veszi alapul. Mivel ezeket az összefüggéseket még nem vonták egy alaposan tanulmányozott, elméleti alapokon nyugvó keretrendszerbe, és mivel az összefüggések talajtípusonként változhatnak, általában többváltozós prediktív statisztikát használnak az adott növény által felvehető tápanyag koncentrációja és a talaj optikai tulajdonságai közötti összefüggések meghatározására (*Viscarra et al.*, 2006; *Daniel et al.*, 2003). Az adott talajom azon talajtulajdonságok becslése tekinthető megbízhatónak, melyek szoros korrelációt mutatnak egy vagy több – a vizsgált tartományban spektrálisan aktív – talajalkotó mennyiségével (*Csorba*, 2017). A kemometriai modellek pontosságát lokális validációkkal tudjuk igazolni. Az algoritmusok, matematikai modellek kulcsfontosságú szerepet töltenek be a spektroszkópiai talajvizsgáló eszközök megbízható működésénél, melyek a cégek szellemi tulajdonai (gyógyszeripari termékeknél a hatóanyag titkos, a hatása kontrolálható, értékelhető).

#### **AZ INFRAVÖRÖS SPEKTROSKÓPIA MEGJELENÉSE A TALAJTUDOMÁNYOKBAN**

Az infravörös spektroszkópia alapja az infravörös sugárzás molekuláris rezgési frekvenciákon történő abszorpciója. Ezek a frekvenciák előfordulhatnak relatív könnyű, hidrogén atomot tartalmazó C-H, N-H és O-H csoportok rezgésekor, valamint a „nehezebb” atomokat tartalmazó C-O, C-N, N-O és C-C kötésekkel rendelkező szerves anyagok, úgymint az Al-O, Fe-O vagy Si-O kötésekkel rendelkező ásványok esetében. A könnyű atomok felhang és kombinációs rezgései a NIR – közeli infravörös tartományban (700–2500 nm;  $4000\text{--}14286\text{ cm}^{-1}$ ), míg a nehezebb atomcsoportokkal kialakított kötések rezgései a MIR – közép-infravörös tartományban (2500–25000 nm;  $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$ ) jelennek meg. Az elektronátmenetek az ultraibolya (250–400 nm;  $25000\text{--}40000\text{ cm}^{-1}$ ) és a látható (400–700 nm;  $14286\text{--}25000\text{ cm}^{-1}$ ) tartomány régiókban abszorbeálódnak (*Soriano-Disla et al.*, 2014).

A NIR reflektancia spektroszkópiai mérések során a szilárd és folyékony halmazállapotú anyagokról visszaverődő elektromágneses (EM) sugárzást vizsgáljuk a hullámhossz függvényében. A különböző minták az eltérő kémiai összetételükből adódóan különböző hullámhosszúságú sugárzást nyelnek el. Az abszorbeált sávokat rögzítve egy olyan spektrumot kapunk, mely függ az adott anyag fizikai és kémiai tulajdonságaitól. Az oldatban lévő minták esetén szükséges a mintát egy infravörös sugárzás számára átlátszó küvetába helyezni, majd a beeső sugárzással ellentétes oldalon mérni a transzmissziót. A gáz halmazállapotú minták esetén hasonló az eljárás, viszont a gázt egy zárható cellában tartjuk. A talajminták majdnem teljesen átjáratlanok a fény számára, ezért a transzmisszió mérése nem jöhet szóba, helyette a visszaverődést mérjük, amely révén ugyanazokat az intenzitás értékeket kapjuk eredményül, mintha a transzmissziót mérnénk (Nocita et al., 2015).

A múltban számos stratégiát dolgoztak ki a vizsgálandó minta infravörös spektrumának leképezésére (Bates, 1976), melyek közül népszerű példa a Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (FTIR, Fourier Transform Infrared Spectroscopy). Az FTIR esetében egy szélessávú fényforrás világítja meg a talajt, ami a sugárzás hullámhosszainak egy részét elnyeli, a többit visszaveri. A visszavert fényt egy interferométerbe irányítják, ami az áthaladó fény minden egyes hullámhosszát periodikusan kioltja, illetve erősíti. A különböző hullámhosszak különböző ütemben modulálódnak, így az interferométerből kilépő fény spektruma pillanatról-pillanatra más lesz. Ebből az idő függvényében rögzített jelből egy Fourier-transzformációs algoritmus segítségével a talaj infravörös spektrumát kapjuk meg.

A talaj reflektancia spektrumának gazdag információtartalma lehetővé teszi, hogy egyetlen görbéből számos ásványtani, kémiai és fizikai információt nyerjünk. Ezáltal lehetőség nyílik korrelációs analízisek elvégzésre a spektrum és az egyéb talajvizsgáló módszerek által kapott kémiai és fizikai paraméterek összevetésével. Pusztán a közeli-infravörös spektrumokból a legtöbb esetben nem lehetséges messzemenő következtetéseket levonni, szükség van a spektrum és valamely vizsgált tulajdonság közti összefüggés (korreláció) feltárására (Soriano-Disla et al., 2014), ehhez pedig olyan öntanuló módszerre (ún. gépi tanulás – machine learning) van szükség, amely nagy mintasokaságra vonatkozóan tartalmaz spektrális adatokat és referencia értékeket olyan paraméterekre, amelyeket a jövőben becsülni kívánunk (Goodacre, 2003). kombinálása révén matematikai-statisztikai módszerekkel becsülő modelleket lehet

felállítani, amelyek segítségével az újonnan beérkező minták kérdéses tulajdonságai (pl. Mg tartalom) NIR-spektrumuk alapján becsülhetők (*Soriano-Disla et al.*, 2014). A talajtulajdonságok reflektanciaspektrum-alapú származtatása többváltozós kalibrációs-eljárások alkalmazásával valósítható meg (*Martens és Naes*, 1989).

## TÖBBVÁLTOZÓS KALIBRÁCIÓS ELJÁRÁSOK

Annak érdekében, hogy a spektrum és a talajtulajdonság közötti komplex kapcsolatot modellezni tudjuk, a többváltozós regressziós módszer előnyösebb az egyszerű kétváltozós kapcsolatoknál, amelynek alapjai például a csúcsintenzitás mérések (*Viscarra et al.*, 2010).

A többváltozós kalibrációs eljárások alkalmazásának célja független változók (X-változók, pl. spektrális adatok) és függő változók (Y-változók, pl. talajparaméter értékek) közötti kvantitatív kapcsolat modellezése. Leggyakrabban lineárisregresszió-alapú módszereket alkalmaznak: Multiple Linear Regression (MLR) (*Andrews*, 1974), Stepwise Multiple Linear Regression (SMLR), Principal Component Regression (PCR) és a Partial Least Squares Regression (PLSR) (*Geladi*, 1985; *Stenberg et al.*, 2010). Manapság egyre gyakrabban alkalmazott módszerek még a Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS); Support Vector Machines; Randomforest (SVMR); Boosted Trees, valamint a Wavelet Analízis és a Srtificial Neural Networks (*Viscarra et al.*, 2010).

A PLSR és a PCR alkalmazásának fő előnye a hagyományos SMLR és MLR módszerekhez képest, hogy bizonyos hullámhossz-tartományok spektrumból való kiválasztása helyett a teljes spektrumot alapul véve, az abban rejlő információt néhány változóba sűrítve, megbízhatóbb modellek hozhatók létre. Jóllehet, a PCR és a PLSR is jól kezeli a nagyszámú független (spektrális) változót tartalmazó adatokat, utóbbi mégis elterjedtebb a többváltozós modellezésben. Ez annak köszönhető, hogy a PLSR a modellezési folyamat során a függő változók és a független változók közötti kovariancia maximalizálásra törekszik (*Stenberg et al.*, 2010), így a függő változóban rejlő variancia kevesebb faktorról (a varianciát leíró származtatott változóval) magyarázható. Ennek köszönhetően a számítási idő lerövidül, és csökken annak a kockázata, hogy a talajparaméterek származtatása szempontjából irreleváns információt (zajt) is a modellbe integráljunk (*Soriano-Disla et al.*, 2014).

A spektroszkópiai modell teljesítménye (hitelesség és pontosság) általánosságban a determinációs együttható ( $R^2$ ) és az átlagos négyzetes gyökeltérés (RMSE) tekintetében értékelhető. A becslt eredmények szintén tartalmaznak hibát, – amelyek kivétel nélkül nagyobbak a kalibrációnál (*Williams, 1987*).

Sajnos az RPD és a hibabecslők nem elérhetők minden publikált cikknél (a hibák gyakran nem összehasonlíthatóak az eltérő adattartományok miatt, vagy a log/gyök transzformált változók miatt), míg az  $R^2$  az összes felhasznált tanulmányban szerepel és a becslés pontosságának durva mérésére használják (*Soriano-Disla et al., 2014*).

## REFERENCIA MÉRÉSEK

A talajtulajdonságok spektrum alapján történő becslések az egyik fő probléma a nem megfelelő, téves, vagy nem megegyező laboratóriumi referencia adatok használata. Szakmai gyakorlatban és tapasztalatok alapján elfogadott a standard analitikai módszerekről, hogy alkalmazásukkal megbízható és értékelhető kalibrációt kapunk. Sok esetben a probléma akkor merül fel, amikor különböző adathalmazból származó talajokat hasonlítunk össze, amelyek esetében a kérdéses talajtulajdonságot olyan különböző analitikai módszerekkel határozzák meg, amelyek eltérő eredményeket adnak (*Reeves et al., 2009*). Ez a probléma különösen releváns az összes szerves szén (total organic carbon – TOC) meghatározásakor, ahol a Walkley és Black féle (*Walkley et al., 1934*), valamint a száraz égetés (pl. Leco CNS-2000, St Joseph, Michigan, USA) módszerrel teljesen különböző eredményeket kapunk (*Conyers et al., 2011*). Ehhez hasonló probléma merül fel a szerves szén (*Hammes et al., 2007*), valamint a talaj kémhatásának (*Davies et al., 1971*) meghatározásakor is. Más esetekben – mégha az összes talaj ugyanazzal a módszerrel is lett vizsgálva – maga a módszer tartalmazhat zavaró faktorokat, amelyek negatívan befolyásolhatják a modelleket. Ez a helyzet például a részecskeméret analízissel, ahol pl. meszes talajok esetén a kalibrációra komoly hatást gyakorolhat, ha a karbonátokat előzőleg nem vonjuk ki a talajból (*Bowman et al., 2002*).

## ADATGYŰJTÉS

*Soriano-Disla et al.* (2014) kéziratában bemutatott tanulmányokban a tápanyagok különböző frakciója jelenik meg, mint például a teljes, kicserélhető, megkötődő és kivonható frakció. Néhány tanulmányban a foszfor és a kén esetében felvehető frakció becsléséről is írnak (*Viscarra et al.*, 2006; *Vagen et al.*, 2006; *Shao és He*, 2011). Az adott frakció meghatározása függ az alkalmazott kémiai módszertől. A teljes frakció kivételével – amelyet száraz égetéssel (összes N, összes C), vagy röntgen fluoreszcenciás spektroszkópiával (összes K, Mg és Ca) határoznak meg – a frakciók meghatározása többnyire kivonáson alapuló kémiai módszerrel történik. A kivonás során az örölt és átszítált talajmintát megfelelő oldószerrel extrahálják, majd a vizsgált elem koncentrációját például spektrofotometriás módszerrel vagy induktív csatolású plazma atomemissziós spektrometriával (ICP-AES) határozzák meg. Az oldószer kémiai tulajdonságaitól függően lehet meghatározni az adott tápanyag felvehető, kicserélhető, kivonható vagy megkötődő mennyiségét. A felvehető frakció az a tápanyagmennyiség, ami könnyen oldódik vízben és pont emiatt könnyen és közvetlenül hozzáférhető a növények számára. A kicserélhető jelző azokra a kationokra utal, amelyek talajrészecskék felszínéhez kötődnek, míg a kivonható frakció az a tápanyagmennyiség, amelyet híg savakkal lehet kivonni. Ez a frakció a növények számára közvetlenül nem felvehető, de hosszútávon elérhetővé válhat (*Bates*, 1976). A megkötődő kifejezést a foszfor megkötődésének vizsgálatokor használják, amikor a talaj foszformegkötő-képességéből következtetni lehet az adott talaj foszformegkötő-képességére. A talaj foszfor-megtartó képességének mérése a műtrágyázás során a talajba mesterségesen juttatott foszfor esetében különösen releváns (*Jolford*, 1997).

A növényi tápanyagok felvehetőségének infravörös spektroszkópiás vizsgálati modelljét számos tanulmány írja le: kicserélhető kalcium (*Kusumo et al.*, 2011), kicserélhető magnézium (*Kodaira és Shibusawa*, 2013), kicserélhető kálium (*Christy*, 2008), kivonható foszfor (*Genot et al.*, 2011) és felvehető foszfor (*Malley et al.*, 2002). További négy talajparaméter becslése szerepelt az általunk feldolgozott tanulmányban, amelyek a következők voltak: teljes nitrogén (*Couteaux et al.*, 2003), teljes szén (*Freschet et al.*, 2011), szerves szén (*Dunn et al.*, 2002) és a pH (*Terhoeven-Urselmans et al.*, 2006). Ezek a modellek megbízható eredményeket mutattak annak ellenére, hogy különböző adatsorokat használtak fel.

Az előrejelzési modellek kísérleti paramétereinek és a vonatkozó kapcsolódó mérési adatok összegyűjtésének célja a két adatsor közötti összefüggés feltárása, illetve egy prediktív modell optimális teljesítményéhez szükséges alapszabályok meghatározása. Az elérhető tanulmányok közül azokat az összehasonlító tanulmányokat választottuk ki, amelyek esetében a kísérleti paramétereket két vagy annál több kombinációban vizsgálták ugyanazon az adatsoron, illetve ahol azonos kísérleti paramétereket vizsgáltak különböző adatsorokon. Ezekből az egyedi tanulmányokból aztán megkíséreltünk olyan általános trendeket, szabályokat azonosítani, amelyekből kiderül, hogy a kísérleti paraméterek milyen módon befolyásolják a kemometria modellek előrejelző képességét.

### **ÖSSZEHASONLÍTÓ TANULMÁNYOK**

Az előzőekben említett meghatározás alapján a szakirodalomban összesen 35 összehasonlító tanulmányt találtunk, amelyeket az 1. táblázatban foglalunk össze, az általuk összehasonlított paraméterek alapján.

1. táblázat: Az összehasonlítás alapját képező paraméterek

Table 1: The parameters underlying the comparison

Az összehasonlítás alapját képező paraméterek	Publikációk
Hullámhossz-tartomány	Viscarra et al., 2009 Delhoven et al., 2003 Reeves et al., 2009 Bogrecki és Lee, 2007 Shao és He, 2011 Chang et al., 2001 Madari et al., 2006 Pirie et al., 2005 Van Groenigen et al., 2003 Islam et al., 2003 McCarty és Reeves, 2006 Brunet et al., 2008 Xie et al., 2011 Yang et al., 2012
Szántó föld helye	Maleki et al., 2006 Wetterlind et al., 2010 Leone et al., 2012 Brunet et al., 2007 Kuang és Mouazen, 2011
Minta nedvességtartalma	Daniel et al., 2003; Malley et al., 2002; Chang et al., 2005; Terhoeven-Urselmans et al., 2006; Fystro, 2002
Validációs módszer	Maleki et al., 2006 Dick et al., 2013 McCarty és Reeves, 2006 Chang és Laird, 2002
Textúra és talajtípus	Linker et al., 2006 St. Luce et al., 2012 Mutuo et al., 2006
Maximális részecske méret	Fystro, 2002 Brunet et al., 2007
Kemometriai módszer	Janik et al., 2009 Mouazen et al., 2010

Az 1. táblázatban felsoroltak alapján az alábbi az alábbi általános következtetéseket vonhatjuk le.

## HULLÁMHOSSZ-TARTOMÁNY

Az infravörös spektrométer által használt hullámhossz-tartományokat 14 tanulmány hasonlította össze. Kilenc tanulmány esetében az összehasonlítást a közeli-infravörös (NIR) és a közép-infravörös (MIR) tartományok között végezték. Ezek közül hat

esetben a közép-infravörös tartomány alkalmazásával javultak a predikciók (*Viscarrá et al.*, 2006; *Madari et al.*, 2006; *McCarty és Reeves*, 2006; *Xie et al.*, 2011; *Yang et al.*, 2012). Két esetben nem találtak szignifikáns különbséget a két tartomány között (*Reeves és Smith*, 2009; *Shao és He*; 2011). Egy tanulmány arról számolt be, hogy a közép-infravörös tartománnyal szemben a közeli infravörös spektrométer alkalmazásával jobb eredményeket értek el az olyan növényi tápanyagok esetében, mint az ásványi nitrogén, a kivonható foszfor, a kicserélhető kalcium és a kicserélhető magnézium (*Van Groenigen et al.*, 2003). Annak ellenére, hogy a különböző hullámhossz-tartományok kombinált alkalmazásával nem javult a tanulmányokban szereplő modellek teljesítménye, egy esetben a MIR és az UV-VIS-NIR spektrometriát kombinálva az egyes tartományokhoz tartozó értékekre épülő modelleknél jobb teljesítmény volt tapasztalható (*Pirie et al.*, 2005).

#### **SZÁNTÓFÖLD ELHELYEZKEDÉSE, MEGFELELŐ MINTAVÉTELEZÉS FONTOSSÁGA**

A megbízható predikciós modellek felállításához fontos, hogy reprezentatív kalibráló, illetve validáló mintákkal dolgozzunk. A kalibráló mintáknak le kell fedniük a várható variabilitást egyaránt a teljes mintahalmazra és a jövőbeli ismeretlen mintákra vonatkozóan is (a spektrum és a referencia adatok terén) (*Shenk et al.*, 1991).

A terület elhelyezkedéséből adódó különbségek, mint talajtípus, vízgazdálkodás, ásványi összetétel, szerves anyag mennyiség/minőség és számtalan más tulajdonság befolyásolhatja a spektrumot (*Soriano-Disla et al.*, 2014).

Eltérő területekről és régiókból származó mintákra épített öt összehasonlító tanulmány prediktív modelleket állított fel oly módon, hogy a kísérleti paramétereket fixálták ahelyett, hogy egy bizonyos adathalmaz kísérleti paramétereinek különböző beállításait hasonlították volna össze. Ezek a kísérletek értékes információval szolgálnak a talajtípusnak a modell teljesítményére gyakorolt hatásával kapcsolatban:

- Nagy különbségeket tapasztaltak a modellek teljesítményét illetően négy tanulmányban (*Maleki et al.*, 2006; *Wetterlind et al.*, 2010; *Brunet et al.*, 2007; *Kuang és Mouazen*, 2011).
- Egy tanulmányban találtak némi különbséget a régiók között, de ez elhanyagolható volt (*Leone et al.*, 2012).



- Három esetben egy további modellt is fejlesztettek, amely kombinálta a különböző területeket és régiókat, hogy kiderüljön, melyeket érdemes összevetni az egyes modellekkel (*Leone et al.*, 2012; *Brunet et al.*, 2007; *Kuang és Mouazen*, 2011).

A kombinált értékekre épített modellek teljesítményei a szeparált területek és régiók adataira épült modellek teljesítményeinek értékei között fekszenek. A hely-specifikus modellek relatív homogén területekhez, vagy kisebb léptékben történő alkalmazáshoz illeszthetők leginkább. A nagy modellek általában szélesebb körben reprezentálják a mintatulajdonságokat, gyakran különböző geológiai, geográfiai vagy eltérő klímájú régiókból (*Soriano-Disla et al.*, 2014).

#### **A MINTA NEDVESSÉGTARTALMA**

A víz intenzíven nyeli el az infravörös sugárzást (több normálrezgés és felhang átmenetet eredményez) és spektrális interferenciát okozhat, ennek következményeként a talajnedvesség befolyásolja a spektroszkópia eredményét. A talajok nedvességtartalmát mindig figyelembe kell venni, amikor a talajtulajdonságok méréséről van szó (*Soriano-Disla et al.*, 2014). Ez azért rendkívül fontos, mert ez az egyik alapja a technológia terepi alkalmazhatóságának, így a validációt és a kalibrációt a minták aktuális nedvességtartalmára is el kell végezni.

A friss talajmintáknak nagy lehet a nedveségtartalma, ezért is fontos a talaj szárítása a mérések előtt. A friss és a szárított talajminta spektrumát öt tanulmányban hasonlították össze. Szárított minta esetében jobb eredmény volt tapasztalható három tanulmány esetében (*Daniel et al.*, 2003; *Malley et al.*, 2002; *Terhoeven-Urselmans et al.*, 2008), egy esetben nem tapasztaltak szignifikáns különbséget (*Chang et al.*, 2005), míg egy másik esetben még rosszabb eredményeket kaptak, mint amikor nedves minták adataira épített modellekkel dolgoztak (Fystro, 2002). Az eredményekre magyarázat lehet, hogy a különböző talajalkotókra felépített modelleket leíró tanulmányok nem ugyanazt a víz-elnyelési vonalak révén létrejött interferenciát tartalmazták.

## VALIDÁCIÓS MÓDSZER

A hagyományos laboratóriumi módszerrel és a különféle spektroszkópiai módszerrel kapott eredmények között összefüggést találni összetett és kihívást jelentő feladat, mely szélesspektrumú, többtényezős megközelítést igényel. A különböző kemometriai algoritmusok nagy varianciája miatt eltérések lehetnek a modellek teljesítményeit illetően. A szakirodalomban négy cikket találtunk, amelyben a különböző validációs módszerek eredményeit hasonlították össze. Az összehasonlításnál az RPD (Relative Percent Deviation) értéket vették alapul, amely a referencia talajparaméter-értékek szórásának (SD, Standard Deviation) a négyzetes középérték hibához (RMSE, Root Mean Square Error) viszonyított arányát jelenti és lehetővé teszi a modell teljesítmények összehasonlítását különböző adathalmazokon keresztül. Minden esetben a kereszt-validáció magasabb RPD értékeket eredményezett, mint a független validáció (*Maleki et al., 2006; Dick et al., 2013; McCarty és Reeves, 2006; Chang és Laird, 2002*). Megjegyzendő, hogy ez nem feltétlenül jelenti azt, hogy az adott modell jobban teljesít. Sokkal inkább arról van szó, hogy a kereszt-validáció érdemi értéke optimistább.

Általánosságban a kalibrációs modellek prediktív képessége az olyan tanulóminták (training samples) jelenlétére támaszkodik, amelyek hasonló jellemzőkkel bírnak, mint azok az ismeretlen minták, amelyek tulajdonságait szeretnénk megbecsülni. Mivel a kereszt-validáció algoritmusait általában véletlenszerűen választva a tesztminták a teljes mintahalmazból, azt várnánk, hogy a tanulóminták és a tesztminták között nagy lesz a hasonlóság. Független validáció esetén a magas fokú hasonlóság nem garantált. Tehát a független validációval összehasonlítva, a kereszt-validáció során általában több pozitív érdemi értéket kapunk (*Maleki et al., 2006; Dick et al., 2013; McCarty és Reeves, 2006; Chang és Laird, 2002*).

## TEXTÚRA ÉS TALAJTÍPUS

Számos spektroszkópiai módszer került kidolgozásra a textúrasajátságok meghatározására is. A tanulmányok közül három esetben történt előválogatás a minták talajtípusa vagy a talaj textúrája alapján. A talajtípusok összehasonlításakor külön modelleket építettek minden egyes talajtípusra, melyeket később összevetettek egy olyan

modellel, amely vegyesen tartalmazta a különböző talajtípusok adatait (*Jahn et al., 2006*). Az eredmények alapján a talajspecifikus modellek teljesítményei jobbnak bizonyultak a kombinált modellekéhez képest (amelyek vegyes talajtípusokat tartalmaztak).

Egy másik tanulmányban (*St. Luce et al., 2012*) szitálással különítették el a talajmintákat a különböző textúrájú részekre (durva és finom). Ezt követően az adott textúrájú minták adataira külön modelleket fejlesztettek, majd tesztelték őket. Annak ellenére, hogy a különböző textúrájú mintákra épülő specifikus modellek teljesítményei között nem találtak szignifikáns különbséget, a teljesítményük így is jobb lett a szitálás nélküli mintákra épült modellekhez képest.

*Mutuo et al.* (2006) a talaj aggregátumok közül a szervesanyag-frakció eltávolításának lehetséges előnyeit vizsgálta és egyedi kalibrációs modelleket fejlesztett, azonban a tanulóminták között tapasztalható nagy eltérések miatt a szervesanyag-kalibrációs modellek jobb teljesítménye továbbra is vitatható maradt.

*St. Luce et al.* (2012) és *Mutuo et al.* (2006) tanulmányaiban tapasztalt pontosabb modell-eredmény egy valószínű magyarázata a talajalkotók infravörös spektroszkópiás mérések elvi alapjaiban keresendő. A talajalkotók egy része, különösen a növényi tápanyagok nem jellemezhetők erős infravörös abszorpcióval (*Linker et al., 2006; St. Luce et al., 2012*) és emiatt nem is mérhetők közvetlenül. A kalibrációs modellek teljesítménye nagymértékben függ az infravörös-aktív alkotóelemek kovarianciájától. A laboratóriumban és az infravörös spektroszkópiával mért talajösszetevők közötti korreláció valószínűleg egy talajtípuson vagy textúrán belül összhangban van, míg különböző talajtípusok/textúrák esetén nagyon különböző lehet (*Soriano-Disla et al., 2014*).

## MAXIMÁLIS RÉSZECSKEMÉRET

A laboratóriumban a talajmintákon végzett vizsgálatokat megelőzően a szárítás mellett szintén megszokott eljárás a talajminta aprítása és szitálása a kívánt 2 mm, vagy ennél kisebb maximális részecskeméret elérése érdekében. Ez a lépés megakadályozza, hogy a spektrumot néhány nagyobb méretű talajaggregátum befolyásolja, illetve javítja a vizsgálat precizitását (*Sadeghi et al., 2018; Bogreki és Lee, 2005; Fystro, 2002; Brunet et al., 2007*).

A szakirodalomban kevés információ található arról, hogy a talajminták vizsgálata előtti aprítás és szitálás milyen mértékben befolyásolják a kalibrációs modellek teljesítményét. A szakirodalmi áttekintés során két összehasonlító tanulmányt találtunk: az egyikben a terepi nedves, a szárított és a szárított-aprított-szitált talajminták eredményeit, míg a másikban a 0,2 és 2,0 mm maximális részecske méretű minták adataira épülő kalibrációs modellek teljesítményét hasonlították össze (*Fystro, 2002; Brunet et al., 2007*). A szárított és a szárított-aprított-szitált talajminták összehasonlításakor nem találtak különbséget a modellek teljesítményében, míg a 0,2 és 2,0 mm maximális részecskeméretű minták összehasonlítása esetén a finomabb szemcséjű minták eredményei kedvezőbbek lettek, vagyis a modellek jobban teljesítettek.

## **KEMOMETRIAI MÓDSZER**

Az infravörös spektrum és a talajalkotók koncentrációja közötti összefüggések felkutatása általánosságban egy nagy kihívást jelentő feladat, amelyhez egyváltozós módszerek alkalmazása nem elegendő. Többváltozós kiértékelési módszerekre van szükség, amelyeket nagyrészt az elmúlt két-három évtizedben fejlesztettek ki. A kemometriai algoritmusok többféle változata miatt várható, hogy az egyes módszerek által megalkotott modellek eltérő teljesítményűek lesznek (*Janik et al., 2009; Leone et al., 2012; Brunet et al., 2007*).

Két tanulmányban (*Janik et al., 2009; Mouazen et al., 2010*) vizsgálták a többszörös algoritmusok alkalmazását egyazon mintahalmazon. *Geladi és Kowalski* (1985) tanulmányában a részleges legkisebb négyzetek regressziós modellt (PLS - Partial Least Squares Regression) hasonlította össze egy másik modellel, amely a PLS-t és a mesterséges neurális hálózatot kombinálta (ANN, Artificial Neural Network). Az összetettebb modell teljesítménye felülmúlta a csak PLS-t használó modell teljesítményét számos talajalkotó esetében (*Janik et al., 2009*). A másik tanulmányban (*Mouazen et al., 2010*) a hiba-visszacsatolásos neurális hálózat (BPNN - Back Propagation Neural Network) algoritmus két változatát hasonlították össze: az egyik látens változók értékeit használja inputként (BPNN-LV), míg a másik a főkomponens-elemzés pontszámait használja (BPNN-PC). Továbbá ezen kívül alkalmaztak PLS regressziót és főkomponens regressziót is. Az utóbbi algoritmus teljesített

leggyengébben, míg a BPNN-LV modell mutatatta a legerősebb előrejelző képességet (Mouazen *et al.*, 2010).

## **Következtetések**

A munka célja az volt, hogy összefoglalást adjon az infravörös spektroszkópiai módszerek gyakorlati alkalmazási lehetőségeiről és kiértékelési módszereiről a hazai és a nemzetközi irodalomban fellelhető információk alapján. A téma rendkívül aktuális, mivel napjainkban soha nem látott igény mutatkozik költség- és időhatékony, környezetbarát talajvizsgálati módszerekre, melyek megbízható kiegészítőjét, vagy akár alternatíváját jelentik a hagyományos laboratóriumi módszereknek.

A talajok aktuális állapotának ismerete elengedhetetlenül fontos a természetstechnológiai beavatkozások tervezésekor. A talaj tápanyag-ellátottságának ismeretében lehet csak a tápanyag-utánpótlás időpontját, a kijuttatott műtrágya összetételét és mennyiségét a növények igényéhez minél jobban igazítva megállapítani. A mérés és a beavatkozás között a lehető legrövidebb időnek kell eltelnie annak érdekében, hogy valóban az aktuális talajállapot kerüljön figyelembevételre, így a spektroszkópiai talajvizsgálati módszerek ígéretes alternatívái lehetnek Magyarországon is a hagyományos laboratóriumi módszereknek. E technikák gyorsabbak és alig, vagy nem igényelnek vegyi anyagokat és éppen ezért képesek on-line, megfizethető megoldást kínálni, továbbá akár terepi körülmények között is végrehajthatók.

A reflektanci spektroszkópia talajvizsgálatban történő alkalmazásának a legnagyobb kihívása, hogy megfelelő modelleket állítsunk fel. Az irodalmi áttekintésben is látható, hogy nincsen olyan általánosan elfogadott egzakt eljárás a modellalkotásra és nincs univerzális modell sem. A megalkotott modellek csak bizonyos szűk feltételek között működnek, mert sok a változó. Tehát a célnak (tápelem, helyszín, textúra etc.) megfelelő modell kiválasztása/megalkotása kulcskérdés.

## THE APPLICATION OF SPECTROSCOPY METHODS TO DETERMINE AVAILABLE NUTRIENTS IN SOIL: LITERATURE REVIEW

VIKTÓRIA DORKA-VONA <sup>1</sup> - RENÁTÓ KALOCSAI <sup>1</sup> - ENDRE TÓTH <sup>1</sup> - ZSOLT  
GICZI <sup>1</sup> - ATTILA KOVÁCS <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Department of Water and Environmental Sciences,  
Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Department of Biosystems and Food Engineering,  
Mosonmagyaróvár

### SUMMARY

Since traditional soil testing is time consuming and expensive, there is a need for techniques and instruments that allow rapid, affordable, and precise routine soil testing. The combination of spectroscopic methods with chemometric methods is a promising alternative to replace or supplement the conventional laboratory methods. These techniques are generally much faster, involve little to no consumables, and may therefore be shown to offer a fast, cheap alternative to the traditional methods, with the potential of being applicable in a field environment. One of the biggest challenges of using reflectance spectroscopy in soil analyses is the validation and calibration of the method. The basic task is to collect reference (calibration) soil samples and to create reliable calibration models which compare soil spectra with their laboratory results. The key to the success of spectroscopic methods is the development of reliable chemometric models. The purpose of this review is to investigate whether general rules can be determined, linking the experimental parameters to the performance of chemometric models predicting plant nutrient availability in soil based on infrared spectra. The past two to three decades, several hundreds of studies have been conducted to investigate the applicability of infrared spectroscopy in determining various soil attributes. Some of the major core studies were conducted by *Ben-Dor and Banin (1995)*, *Viscarra Rossel and McBratney (1998)*, *Shepherd and Walsh (2002)*, *Mouazen et al. (2007)* among others. A list of papers reporting original research on the assessment of soil attributes by means of

infrared spectroscopy was collected from *Soriano-Disla et. al.* 2014, which appears to be the most extensive literature review currently available. Several international studies have been conducted on the theory and practical application of infrared spectroscopy methods. Therefore, in the present literature review, we examine the factors which influence the performance of chemometric models, because setting up the appropriate model is the biggest challenge to use reflectance spectroscopy in soil testing. Those studies were selected in which two or more combinations of experimental parameters were applied to the same sample set, or studies in which the same set of experimental parameters were applied to different sample sets. From these individual studies, it was then attempted to discover general trends in the influence individual experimental parameters have on the predictive capabilities of the reported chemometric models.

**Keywords:** soil analysis, infrared spectroscopy, chemometric methods, plant nutrients

#### **KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A publikáció elkészítését az **EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008** számú „**Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban**” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

#### **IRODALMI ÁTTEKINTÉS**

*Andrews, D. F.* (1974): A robust method for multiple linear regression, *Technometrics*, 16: 523-531

*Bates, J. B.* (1976): Fourier transform infrared spectroscopy, *Science*, 191: 31-37

*Bogrecki, I. and Lee, W.S.* (2007): Comparison of ultraviolet, visible, and near infrared sensing for soil phosphorus. *Biosyst. Eng.*, 96: 293–299.

*Bogrecki, I., Lee, W.S.* (2005): Improving phosphorus sensing by eliminating soil particle size effect in spectral measurement. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 48 (5), 1971–1978

*Bowman, G. and Hutka, J.* (2002): Particle size analysis. In *Soil Physical Measurement and Interpretation for Land Evaluation*, McKenzie, N., Coughlan, K., and Cresswell, H., Eds.

- Brunet, D., Barthes, B.G., Chotte, J., and Feller, C.* (2007): Determination of carbon and nitrogen contents in Alfisols, Oxisols and Ultisols from Africa and Brazil using NIRS analysis: Effects of sample grinding and set heterogeneity. *Geoderma*, 139: 106–117
- Brunet, D., Bernoux, M., and Barthes, B.G.* (2008): Comparison between predictions of C and N contents in tropical soils using a VIS-NIR spectrometer including a fibre-optic probe versus a NIR spectrometer including a sample transport module. *Biosyst. Eng.*, 100: 448–452
- Chang, C. and Laird, D.A.* (2002): Near-infrared reflectance spectroscopic analysis of soil C and N. *Soil Sci.*, 167: 110–116
- Chang, C.W., Laird, D.A., and Hurburgh, C.R., Jr.* (2005): Influence of soil moisture on nearinfrared reflectance spectroscopic measurement of soil properties. *Soil Sci.*, 170: 244–255.
- Chang, C.W., Laird, D.A., Mausbach, M.J., and Hurburgh C.R., J.* (2001): Near-infrared reflectance spectroscopy—Principal components regression analyses of soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65: 480–490
- Christy, C.D.* (2008): Real-time measurement of soil attributes using on-the-go near infrared reflectance spectroscopy. *Comput. Electron. Agric.*, 61: 10–19
- Cohen, M.J., Prenger, J.P., and DeBusk, W.F.* (2005): Visible–near infrared reflectance spectroscopy for rapid, nondestructive assessment of wetland soil quality. *J. Environ. Qual.*, 34: 1422–1434.
- Couteaux, M.M., Berg, B., and Rovira, P.* (2003): Near infrared reflectance spectroscopy for determination of organic matter fractions including microbial biomass in coniferous forest soils. *Soil Biol. Biochem.*, 35: 1587–1600
- Conyers, M.K., Poile, G.J., Oates, A.A., Waters, D., and Chan, K.Y.* (2011): Comparison of three carbon determination methods on naturally occurring substrates and the implication for the quantification of “soil carbon.” *Soil Res.*, 49: 27–33
- Csorba, Á.* (2017): Reflektancia spektroszkópia alkalmazása talajtulajdonságok és talajosztályozási egységek meghatározásában, Doktori (Ph.D.) értekezés Gödöllő
- Daniel, K.W., Tripathi, N.K., and Honda, K.* (2003): Artificial neural network analysis of laboratory and in situ spectra for the estimation of macronutrients in soils of Lop Buri (Thailand). *Aust. J. Soil Res.*, 41: 47–59



- Davies, B.E.* (1971): A statistical comparison of pH values of some English soils after measurement in both water and 0.01M calcium chloride. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 35: 551–552.
- Dick, W.A., Thavamani, B., Conley, S., Blaisdell, R., and Sengupta, A.* (2013): Prediction of  $\beta$ -glucosidase and  $\beta$ -glucosaminidase activities, soil organic C, and amino sugar N in a diverse population of soils using near infrared reflectance spectroscopy. *Soil Biol. Biochem.*, 56: 99–104
- Dunn, B.W., Beecher, H.G., Batten, G.D., and Ciavarella, S.* (2002): The potential of nearinfrared reflectance spectroscopy for soil analysis—A case study from the Riverine Plain of south-eastern Australia. *Aust. J. Exp. Agric.*, 42: 607–614
- Freschet, G.T., Barthes, B.G., Brunet, D., Hien, E., and Masse, D.* (2011): Use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for predicting soil fertility and historical management. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 42: 1692–1705
- Fystro, G.* (2002): The prediction of C and N content and their potential mineralisation in heterogeneous soil samples using Vis-NIR spectroscopy and comparative methods. *Plant Soil*, 246: 139–149
- Geladi, P., Kowalski, B. R.* (1985): Partial least squares regression: a tutorial, *Anal. Chim. Acta* 185: 1-17
- Genot, V., Colinet, G., Bock, L., Vanvyve, D., Reusen, Y., and Dardenne, P.* (2011): Near infrared reflectance spectroscopy for estimating soil characteristics valuable in the diagnosis of soil fertility. *J. Near Infrared Spectrosc.*, 19: 117–138
- Goodacre, R.* (2003): Explanatory analysis of spectroscopic data using machine learning of simple, interpretable rules. *Vibr. Spectrosc.*, 32: 33-45
- Hammes, K., Schmidt, M.W.I., Smernik, R.J., Currie, L.A., Ball, W.P., Nguyen, T.H., Louchouart, P., Houel, S., Gustafsson, O., Elmquist, M., Cornelissen, G., Skjemstad, J.O., Masiello, C.A., Song, J., Peng, P., Mitra, S., Dunn, J.C., Hatcher, P.G., Hockaday, W.C., Smith, D.M., Hartkopf-Fröder, C., Böhmer, A., Lauer, B., Huebert, B.J., Amelung, W., Brodowski, S., Huang, L., Zhang, W., Gschwend, P.M., Flores-Cervantes, D.X., Largeau, C., Rouzaud, J., Rumpel, C., Guggenberger, G., Kaiser, K., Rodionov, A., Gonzalez-Vila, F.J., Gonzalez-Perez, J.S., de la Rosa, J.M., Manning, D.A.C., Lopez-Capel, E., and Ding, L.* (2007): Comparison of quantification methods to measure fire-derived (black-elemental) carbon

in soils and sediments using referencematerials from soil, water, sediment and atmosphere. *Global Biogeochem. Cycles*, 21:

*Islam, K., Singh, B., and McBratney, A.* (2003): Simultaneous estimation of several soil properties by ultra-violet, visible, and near-infrared reflectance spectroscopy. *Aust. J. Soil Res.*, 41: 1101–1114

*Jahn, B.R., Linker, R., Upadhyaya, S.K., Shaviv, A., Slaughter, D.C., and Shmulevich, I.* (2006): Mid-infrared spectroscopic determination of soil nitrate content. *Biosyst. Eng.*, 94: 505–515.

*Janik, L.J., Forrester, S.T., and Rawson, A.* (2009): The prediction of soil chemical and physical properties from mid-infrared spectroscopy and combined partial least-squares regression and neural networks (PLS-NN) analysis. *Chemom. Intell. Lab. Syst.*, 97: 179–188.

*Janik, L.J., Merry, R.H., and Skjemstad, J.O.* (1998): Can mid infrared diffuse reflectance analysis replace soil extractions? *Aust. J. Exp. Agric.*, 38: 681–696.

*Kodaira, M. and Shibusawa, S.* (2013): Using a mobile real-time soil visible–near infrared sensor for high resolution soil property mapping. *Geoderma*, 199: 64–79

*Kuang, B. and Mouazen, A.M.* (2011): Calibration of visible and near infrared spectroscopy for soil analysis at the field scale on three European farms. *Eur. J. Soil Sci.*, 62: 629–636

*Kusumo, B.H., Hedley, M.J., Hedley, C.B., and Tuohy, M.P.* (2011): Measuring carbon dynamics in field soils using soil spectral reflectance: Prediction of maize root density, soil organic carbon and nitrogen content. *Plant Soil*, 338: 233–245

*Leone, A.P., Viscarra-Rossel, R.A., Amenta, P., and Buondonno, A.* (2012): Prediction of soil properties with PLSR and Vis-NIR spectroscopy: Application to mediterranean soils from southern Italy. *Curr. Anal. Chem.*, 8: 283–299

*Linker, R., Weiner, M., Shmulevich, I., and Shaviv, A.* (2006): Nitrate determination in soil pastes using attenuated total reflectance mid-infrared spectroscopy: Improved accuracy via soil identification. *Biosyst. Eng.*, 94: 111–118.

*Madari, B.E., Reeves, J.B., III, Machado, P.L.O.A., Guimaraes, C.M., Torres, E., and McCarty, G.W.* (2006): Mid- and near-infrared spectroscopic assessment of soil compositional parameters and structural indices in two Ferralsols. *Geoderma*, 136: 245–259

- Maleki, M.R., Van Holm, L., Ramon, H., Merckx, R., De Baerdemaeker, J., and Mouazen, A.M.* (2006): Phosphorus sensing for fresh soils using visible and near infrared spectroscopy. *Biosyst. Eng.*, 95: 425–436
- Malley, D.F., Yesmin, L., and Eilers, R.G.* (2002): Rapid analysis of hog manure and manure amended soils using near-infrared spectroscopy. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66: 1677–1686
- Martens, H., Naes, T.* (1989): *Multivariate Calibration*. John Wiley & Sons, Chichester, Egyesült Királyság, 419 p.
- McCarty, G.W. and Reeves, J.B. III.* (2006): Comparison of near infrared and mid infrared diffuse reflectance spectroscopy for field-scale measurement of soil fertility parameters. *Soil Sci.*, 171: 94–102
- Mouazen, A.M., Kuang, B., De Baerdemaeker, J., and Ramon, H.* (2010): Comparison among principal component, partial least squares and back propagation neural network analyses for accuracy of measurement of selected soil properties with visible and near infrared spectroscopy. *Geoderma*, 158: 23–31
- Mouazen, A.M., Maleki, M.R., De Baerdemaeker, J., and Ramon, H.* (2007): On-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIR sensor. *Soil Tillage Res.*, 93: 13–27
- Mouazen, A.M., Maleki, M.R., De Baerdemaeker, J., and Ramon, H.* (2007): On-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIR sensor. *Soil Tillage Res.*, 93: 13–27
- MSZ EN ISO/IEC 17025:2005 Vizsgáló- és kalibrálólaboratóriumok felkészültségének általános követelményei
- MSZ-08 1783/-1:1983 Növényi anyagok kémiai minta előkészítési eljárása ásványi tápanyagok mennyiségi meghatározásához
- Mutuo, P.K., Shepherd, K.D., Albrecht, A., and Cadisch, G.* (2006): Prediction of carbon mineralization rates from different soil physical fractions using diffuse reflectance spectroscopy. *Soil Biol. Biochem.*, 38: 1658–1664
- Nocita, M., Stevens, A., Wesemael, B., Aitkenhead, M., Bachmann, M., Barthès, B., Bendor, E., Brown, D., Clairotte, M., Csorba, A., Dardenne, P., Dematté, J.A., Genot, V., Guerrero, C., Knadel, M., Montanarella, L., Noon, C., Ramirez-Lopez, L., Robertson, J., Wetterlind, J.* (2015): *Soil Spectroscopy: An Alternative to Wet Chemistry for Soil Monitoring*. *Advances in Agronomy*. 10.1016/bs.agron.2015.02.002.

- Pirie, A., Singh, B., and Islam, K.* (2005): Ultra-violet, visible, near-infrared, and mid-infrared diffuse reflectance spectroscopic techniques to predict several soil properties. *Aust. J. Soil Res.*, 43: 713–721
- Rajkó, R.* (2011): Kemometria (többváltozós, többdimenziós adatelemzés). SZTE JGYPK, Szeged
- Rayment, G. E., Lyons, D. J.* (1992): Soil chemical methods – Australasia. CSIRO Publishing
- Read, J. W.* (1921): Rapid dry combustion method for the simultaneous determination of soil organic matter and organic carbon. *Ind. Eng. Chem.*, 13: 305-307
- Reeves, J.B., Smith, D.B.* (2009): The potential of mid- and near-infrared diffuse reflectance spectroscopy for determining major- and trace-element concentrations in soils from a geochemical survey of North America. *Appl. Geochem.*, 24: 1472–1481.
- Reeves, J.B., III, McCarty, G.W., and Meisinger, J.J.* (1999): Near infrared reflectance spectroscopy for the analysis of agricultural soils. *J. Near Infrared Spectrosc.*, 7: 179–193.
- Sadeghi, Morteza & Babaeian, Ebrahim & Tuller, Markus & Jones, Scott.* (2018): Particle size effects on soil reflectance explained by an analytical radiative transfer model. *Remote Sensing of Environment*. 210. 10.1016/j.rse.2018.03.028.
- Shenk, J.S. and Westerhaus, M.O.* (1991): New standardisation and calibration procedures for NIRS analytical systems. *Crop Sci.*, 31: 1694–1696.
- Shao, Y. and He, Y.* (2011): Nitrogen, phosphorus, and potassium prediction in soils, using infrared spectroscopy. *Soil Res.*, 49: 166–172
- Soriano-Disla, J. M., Janik, L. J., Viscarra Rossel, R. A., Macdonald, L. M., and McLaughlin, M. J.* (2014): The Performance of Visible, Near-, and Mid-Infrared Reflectance Spectroscopy for Prediction of Soil Physical, Chemical, and Biological Properties, *Appl. Spectrosc. Rev.* 49: 139-186
- St. Luce, M., Ziadi, N., Nyiraneza, J., Tremblay, G.F., Zebarth, B.J., Whalen, J.K., and Laterriere, M.* (2012): Near infrared reflectance spectroscopy prediction of soil nitrogen supply in humid temperate regions of Canada. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 76: 1454–1461
- Stenberg, B., Viscarra Rossel, A., Mouazen, A., Wetterlind, J.* (2010): Visible and near infrared spectroscopy in soil science. In: Sparks, D. L.: *Advances in Agronomy*. 107, 163 – 215

- Terhoeven-Urselmans, T., Michel, K., Helfrich, M., Flessa, H., and Ludwig, B.* (2006): Nearinfrared spectroscopy can predict the composition of organic matter in soil and litter. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 169: 168–174
- Terhoeven-Urselmans, T., Schmidt, H., Georg Joergensen, R., and Ludwig, B.* (2008): Usefulness of near-infrared spectroscopy to determine biological and chemical soil properties: Importance of sample pre-treatment. *Soil Biol. Biochem.*, 40: 1178–1188
- Tóth, T., Bázár, Gy., Romvári, R.* (2018): Állattenyésztés haszonállat állattartás Mezőgazdaság NIR infravörös spektroszkópia laboratórium Élelmiszeripar Élelmiszer: 99-100
- Vagen, T.G., Shepherd, K.D., and Walsh, M.G.* (2006): Sensing landscape level change in soil fertility following deforestation and conversion in the highlands of Madagascar using Vis-NIR spectroscopy. *Geoderma*, 133: 28
- Van Groenigen, J.W., Mutters, C.S., Horwath, W.R., and Van Kessel, C.* (2003): NIR and DRIFT-MIR spectrometry of soils for predicting soil and crop parameters in a flooded field. *Plant Soil*, 250: 155–165
- Viscarra Rossel, R.A., Walvoort, D.J.J., McBratney, A.B., Janik, L.J., and Skjemstad, J.O.* (2006): Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma*, 131: 59–75
- Viscarra-Rossel, R.A. and Behrens, T.* (2010): Using data mining to model and interpret soil diffuse reflectance spectra. *Geoderma*, 158: 46–54
- Walkley, A., and Black, I. A* (1934): An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37, 29–38.
- Wetterlind, J., Stenberg, B., and Soderström, M.* (2010): Increased sample point density in farm soil mapping by local calibration of visible and near infrared prediction models. *Geoderma*, 156: 152–160
- Williams, P.C.* (1987): Variables affecting near-infrared reflectance spectroscopy. In *NearInfrared Technology in the Agricultural and Food Industries*, Isted., Williams, P.C. and Norris, K.H., Eds. American Association of Cereal Chemists: St Paul, MN, pp. 143–167.

Xie, H.T., Yang, X.M., Drury, C.F., Yang, J.Y., and Zhang, X.D. (2011): Predicting soil organic carbon and total nitrogen using mid- and near-infrared spectra for Brookston clay loam soil in Southwestern Ontario, Canada. *Can. J. Soil Sci.*, 91: 53–63

Yang, H., Kuang, B., and Mouazen, A.M. (2012): Quantitative analysis of soil nitrogen and carbon at a farm scale using visible and near infrared spectroscopy coupled with wavelength reduction. *Eur. J. Soil Sci.*, 63: 410–420

Yang, X.M., Xie, H.T., Drury, C.F., Reynolds, W.D., Yang, J.Y., and Zhang, X.D. (2012): Determination of organic carbon and nitrogen in particulate organic matter and particle size fractions of Brookston clay loam soil using infrared spectroscopy. *Eur. J. Soil Sci.*, 63: 177–188

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

Dorka-Vona Viktória - Kalocsai Renátó –Tóth Endre - Giczi Zsolt - Kovács Attila

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: viktoria.dorka-vona@csernozjom.com, kalocsai.renato@sze.hu,

tóth.endre@sze.hu, giczi.zsolt@sze.hu, kovacs.attila@sze.hu



## A SERTÉSHÚS, MINT POTENCIÁLIS FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZER MIKROBIOLÓGIAI TÉNYEZŐINEK HATÁSA A HÚS MINŐSÉGRE

TUDÓS ZOLTÁN – SZIGETI JENŐ - ÁSVÁNYI BALÁZS

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÓ

Napjainkban egyre jelentősebb kérdés az élelmiszerek minősége, beltartalma és egészségre gyakorolt hatásai. A sertéshús magas fehérjetartalmával, esszenciális fehérjével és vitamintartalmával fontos szerepet kap a mindennapi táplálkozásunkban. A nyers hús azonban kitűnő táptalaj a kórokozó és romlást okozó baktériumoknak. A jogszabályokban, rendeletekben előírt vizsgálatok mellett ügyelni kell más kórokozók jelenlétére is, melyek befolyásolhatják a hús minőségét, állagát. A nyers sertéshús mikrobiológiai-higiéniái tulajdonságainak javulása pozitív hatással lehet a nyers hús állományára, feldolgozhatóságára, így a fogyasztók egy jobb minőségű élelmiszerhez juthatnak. A jobb garanciális minőséggel együtt, biztonságosabb és egészségesebb élelmiszer előállítás valósulhat meg.

**Kulcsszavak:** sertés hús, funkcionális, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, Tejsavbaktériumok

### BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Napjainkban egyre több ember odafigyel az egészséges táplálkozás jelentőségére. Fokozottan keresik a minőségi és funkcionális élelmiszereket a hús termékek kínálatában is. A vevői igényeket minden szempontból próbálják kielégíteni a gyártók, a felhasznált alapanyagok (élő állat kiválasztásánál törekednek az egészséges és minőségi hús alapanyagra) és adalékanyagok beltartalmi értékeinek és minőségének minél

magasabb szintű ellenőrzésétől kezdve, a gyártási folyamatok során történő kontrollokon át, a félkész és késztermék vizsgálatokig. A gyártók a piacon való maradás és a vásárlók megtartása, vagy a vásárlói kör bővítése érdekében egyre több olyan hús terméket állítanak elő, amelyek az alapanyag, különböző adalékok, a gyártás, vagy magasabb feldolgozottsági szint révén magasabb minőségű élelmiszerekké válhatnak.

A gyártók az általuk előállított egészséges, vagy funkcionális termékről különböző mikrobiológiai-, kémiai-, szerológiai-, toxikológiai- illetve molekuláris biológiai vizsgálatok révén kaphatnak információt. Vannak olyan esetek, mikor egy terméknél nem vizsgálja a gyártó a magas költségek elkerülése miatt a kockázatot jelentő tényezőket (pl.: hús termékeknél a romlást okozó tejsavbaktériumok, spóras *Bacillus* fajok), csupán a jogszabályok által előírt vizsgálatokat végzi/végezti el. Pedig a kockázati tényezők feltérképezésével és azok vizsgálatával a további egészségügyi veszélyek csökkenthetők a termék minősége pedig javítható.

## CÉLKITŰZÉS

Ahhoz, hogy a gyártók és vásárlók a kívánt minőségű termékhez jussanak, egy komplex rendszert kell kidolgozni, amely biztosítja a hús és húsipari készítmények hatósági és saját vizsgálati eredményeik alapján az adott élelmiszerek elvárt tulajdonságait, minőségét. Áttekintésemben vázolom, hogy az élelmiszer mátrixok közvetítette - és ez idáig kötelezően nem vizsgált - mikrobiológiai tényezők hogyan befolyásolják az élelmiszer-mátrixok beltartalmi és reológiai tulajdonságait és ezen okok kiszűrése mennyiben javíthatja az említett paramétereket.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### *Sertéshús előállítás hazai helyzete*

A sertéshús magas biológiai értékű fehérje tartalma okán a kiegyensúlyozott táplálkozás fontos élelmiszere. Gazdag esszenciális aminosavakban, valamint B-vitaminokban, ásványi anyagokban, különösen a hem-vasban, nyomelemekben, és más bioaktív vegyületekben (Kauffman, 2001).



A sertéshús-fogyasztás világviszonylatban csökkenő tendenciát mutat, ezért előtérbe kerültek a hús minőségét, ízét, illetve az azt befolyásoló tényezőket feltáró kutatások (Németh *et. al.*, 2004).

Magyarországon a sertések száma 2018. június 1-jén 2,9 millió volt, a 2017. júniusnál 1,9%-kal több, a 2017. december 1-jeihez viszonyítva pedig lényegében nem változott. Az anyakoca-állomány egy év alatt 1,7, fél év alatt 4,1%-kal bővült, és 179 ezret tett ki. A sertésállomány 80%-át gazdasági szervezetek, 20%-át egyéni gazdaságok tartották. A sertésállomány kor, ivar, illetve hasznosítási irány szerinti összetétele alapján az elmúlt fél év alatt a szezonalitásnak megfelelően változott. A malacok száma 66 ezerrel (10%-kal), a süldőké 48 ezerrel (8,1%-kal) emelkedett, míg a hízósertések 135 ezerrel (9,9%-kal) esett vissza. A szűz kocasüldők száma 0,9, a vemhes kocáké 6,4, az előhasi kocáké 8,5%-kal nőtt, míg az üres kocáké pedig 2,9%-kal csökkent a 2017. decembrihez viszonyítva. (URL<sub>1</sub>)

2018. január 1. és június 1. között a vágósertés kilogrammonkénti felvásárlási átlagára 358 forint volt, ez 11%-os csökkenés a 2017 azonos időszakához hasonlítva. 2018 első 5 hónapjában a felvásárolt vágómalacok és -süldők száma (24 ezer) 38%-kal emelkedett, míg a vágósertéseké (1,7 millió) 1,4%-kal mérséklődött. A felvásárolt vágósertések átlagos tömege 116 kilogramm volt. (URL<sub>1</sub>).

Az egy főre jutó sertéshúskínálat 2015-ben 27,5 kilogramm volt, utoljára 2007-ben volt ezen a szinten. Ez a mennyiség 2014-hez és 2010-hez képest is egyaránt 2 kilogramm (8,7%-kal) több. A 2015. évi sertéshús mennyisége a megelőző 5 év átlagát 11%-kal meghaladja, 10 éves viszonylatban is kissé (3%-kal) magasabb (URL<sub>2</sub>).

A sertéshústermelés 10%-kal nőtt éves viszonylatban, 303 ezer tonnát tett ki, ami meghaladja az 5 és 10 évvel ezelőtti mennyiséget is (URL<sub>2</sub>).

A húsmínőség fontosságát az is bizonyítja, hogy alig van olyan téma a hústudományban, amely a legutóbbi évtizedekben ennyire jelentőssé vált volna. A jóléti fogyasztói államokban az 1980-as évek elejétől a versenyképesség ismérvei (korszerűség, minőség, ár) közül a minőség egyértelműen előtérbe került és a piaci siker, az üzleti életben való fennmaradás, a versenyelőny elérésének, megtartásának és fokozásának alaptényezőjévé vált (Stadler – Molnár, 1998).

### ***Funkcionális élelmiszerek***

A táplálkozástudományban új fogalomként jelent meg a „funkcionális élelmiszer” fogalma (*Fenyvessy et. al.*, 2008). A funkcionális élelmiszereket és azok fogalmát nem egységesen értelmezik a szakirodalomban, még az ezzel foglalkozó szervezetek definíciója is eltérő (*Lehota és Komáromi*, 2008).

A funkcionális élelmiszerek koncepcióját 1984-ben, Japánban dolgozták ki, majd a Japán Egészségügyi Minisztérium 1991-ben hagyta jóvá (és szabályozta) egy speciális élelmiszer-csoport, az ún. FOSHU (food for specified health uses) megjelenését, ami magában foglalta az alkalmazható egészségre vonatkozó állítások szabályozását is (*Figler et. al.*, 2015).

A megfelelő fogalom hiánya jelentős problémát okoz a besorolásban. Jól szemlélteti ezt az IFIC (International Food Information Council) meghatározása, miszerint a funkcionális élelmiszerek „olyan élelmiszerek, vagy élelmiszer összetevők, amelyek előnyöket kínálnak az alapvető tápanyagokon túl”. Ez azt jelenti, hogy amennyiben egy hagyományos termék jelenleg is rendelkezik bioaktív összetevővel, akkor azt nevezhetjük funkcionálisnak (*Figler et. al.*, 2015). Az American Dietetic Association (a továbbiakban ADA) definíciója szerint a funkcionális élelmiszer: „Teljes élelmiszer, amely lehet gazdagított, dúsított vagy, erősített és előnyös az egészségre akkor, ha a változatos étrend részeként, hatékony mennyiségben fogyasztják.” (*Szilvássy és Sári*, 2008).

Három alapvető követelmény, hogy az élelmiszer funkcionálisnak tekinthető legyen (1) természetes eredetű összetevőkből származó élelmiszer (nem kapszula, tableta, vagy por); (2) a napi étrend részeként kell fogyasztani; és (3) elfogyasztásuk specifikus folyamatokat indít be, mint például a biológiai védekező mechanizmusok, bizonyos betegségek megelőzésére és kezelésére ható folyamatok, vagy a fizikai és szellemi állapot kontrollja, illetve az öregedési folyamat késleltetése. (*Goldberg*, 1994)

A funkcionális élelmiszerek a szokásos táplálkozás-élettani hatásokon túl jótékonyan hatnak a szervezet egy, vagy több folyamatára, amely a jobb egészségi állapotban, kedvezőbb közérzetben és/vagy a betegségi kockázat csökkentésében nyilvánul meg (*Bíró*, 2004; *Hawkes*, 2004; *Szakály*, 2011).

Az élelmiszeripari cégek éves szinten milliárdokat költenek a funkcionális élelmiszerek kutatására és fejlesztésére. Azon vállalkozások, melyek funkcionális

élelmiszerek előállításával foglalkoznak, versenyelőnyre tehetnek szert versenytársaikkal szemben, hiszen az előállítandó termékek körét fokozatosan bővíteni tudják, megnyerve ezzel az igényes, egészségtudatos fogyasztók körét (Panyor, 2007).

### ***Állati eredetű élelmiszerek mikrobiológiai biztonsága***

Napjainkban a nyersanyag-feldolgozás, az élelmiszer-előállítás és forgalmazás során legfontosabb szempont a megfelelő minőségű, és egyben biztonságos élelmiszerek előállítása a fogyasztó egészségének védelme érdekében. (Blackburn, 2003; Deák et al. 2006).

A fogyasztó egészségét károsító ágensek mintegy 70 %-a az élelmiszerral, a fennmaradó hányad pedig az ivóvízzel, illetve a levegőből jut az emberi szervezetbe (Laczay, 2013).

A nyers, valamint a természetes biológiai eljárásokkal készített élelmiszerekben előforduló kórokozó, illetve romlást okozó mikroorganizmusok kimutatására, jellemzésére, azonosítására nagy hangsúlyt fektetnek a megfelelő minőségű és biztonságos élelmiszerek iránt tapasztalható növekvő igények miatt (Blackburn, 2003; Deák et al. 2006).

### ***Rendeletek, jogszabályok***

Hazánkban, - hasonlóan az Európai Unió többi országához - az élelmiszerjogi szabályozás szigorú, az ellenőrzés pedig rendszeres. A hazai és az európai uniós élelmiszerek az időnkénti botrányos esetek ellenére a világon a legbiztonságosabbak közé tartoznak. A veszélyeztetettség azonban folyamatosan jelen van, és az új kihívásokra fel kell készülni. A felkészülés a hatékony hazai és nemzetközi együttműködés erősítésével, a tudományos kockázatbecslés eredményeinek felhasználásával lehetséges. Az élelmiszerek biztonságos fogyaszthatósága érdekében megfelelő szabályok és követelmények megalkotása vált szükségessé (Szűcs, 2015).

A nemzeti jogszabályok közül az élelmiszerekről szóló hatályos törvény az élelmiszerlánc szabályozásában megalkotott 2008. évi XLVI. Célja a végső fogyasztók egészségének, érdekeinek védelme; az állatok egészségének megóvása, a növények védelme; az élelmiszer előállítás és értékesítés elősegítése; az élelmiszer- és

takarmánytermelő vállalkozók érdekeinek védelme; valamint a kockázati tényezők csökkentése, és a nemzetközi kereskedelem biztosítása. (Szücs, 2015)

2073/2005/EK rendelete (módosítás: 1441/2007/EK rendelet) mikrobiológiai kritériumokat állít fel egyes mikroorganizmusokra, és meghatározza azokat a szabályokat, amelyeket az általános és konkrét higiéniai intézkedések végrehajtásakor követni szükséges, biztosítva a fogyasztók egészségének, érdekeinek, valamint a piaci verseny tisztaságának védelmét (Szücs, 2015). A rendelet megadja, a vágóhidakra vonatkozóan az élelmiszer biztonsági kritériumok tekintetében hogy a nyersen fogyasztandó darált hús és előkészített hús termékek 25 g-jában *Salmonella* nem lehet jelen a forgalomba hozott terméknel az eltarthatósági idő alatt (Berczeli, 2009). A rendelet a 2.1. pontjában az aerob mikrobák számának meghatározását írja elő, amely jól tükrözi a valóságos összmikrobaszámot (Erdősi, 2014).

Az élelmiszerekben előforduló mikrobiológiai szennyeződések megengedhető mértékéről szóló 4/1998. (XI. 11.) EüM rendeletben szereplő nyers hús, és hústermékekre vonatkozó mikrobiológiai vizsgálatok kiterjednek a kórokozó mikroorganizmusok közül a *Salmonella*, a *Staphylococcus aureus*, és az *Escherichia coli* vizsgálatára (URL<sub>3</sub>).

Az élelmiszer-mikrobiológiai vizsgálatok végzésének alapvető feltételeit és fogalmait a 4/1998. (XI. 11.) című EüM rendelet határozza meg. (Szücs, 2015)

### ***A nyers húsban jelen lévő kórokozók***

A mikrobiológiai élelmiszer-biztonság szempontjából a veszélyforrások közül elsősorban azokat kell figyelembe venni a technológiai folyamatok során, amelyek élelmiszer-mérgezést, vagy fertőzést okoznak. Az állati eredetű élelmiszerek esetében a nyersanyagként szolgáló vágóállatok az elsődleges mikrobiológiai veszélyforrások (Biró, 2000).

Az élelmiszerek alapanyagául szolgáló állatok egészségi állapota többféleképpen befolyásolhatja a patogénnel való fertőződést. A beteg, vagy tünetmentes fertőzött állattal való közvetlen kontaktus, az állat gondozása, húsának, illetve termékeinek feldolgozása jelentősen hozzájárul a kórokozók terjedéséhez (Singer *et al.* 2007).

Bár az egészséges vágóállatok húsa gyakorlatilag csíramentesnek tekinthető, mégis a vágás során elkerülhetetlenül szennyeződik bizonyos mikroorganizmusokkal. A hús

felületén aerob, belsejében anaerob körülmények uralkodnak. Következésképpen a nyers hús felületén aerob (*Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* fajok), a belsejükben anaerob és fakultatív anaerob mikrobák (*Campylobacter*, *Salmonella* fajok, valamint enterobaktériumok) tudnak szaporodni (Deák, 2006)

### **Összefoglalás**

A mikrobiota, mint az egyik legfontosabb tényező, befolyásolja a sertéshús minőségét és biztonságosságát. A baktériumok teljes életképes száma (TVC – Total Viable Count) fontos mikrobiológiai mutató a hús egészségügyi minősége és biztonsági értékelése szempontjából. Az élelmiszerek mikrobiológiai kritériumairól szóló 2073/2005/ EK rendelet meghatározza a feldolgozási körülményeket és a hús szennyezettségi fokát (Európai Bizottság, 2005).

### **Salmonella**

A sertéshús az élelmiszerekkel kapcsolatos szalmonellózis egyik fő forrása számos európai országban (EFSA és ECDC, 2015, Hald et al., 2003). Az egészséges sertések gyakran humán patogén szalmonella törzsek hordozói, melyek megtalálhatóak a gyomor-bél traktusban, illetve a szájüregben is. A szubklinikusan fertőzött sertések baktériumokat bocsátanak ki a bélsárba, ami a szállítás, vagy a vágás során könnyen a bőr, vagy orális fertőzéshez vezet (Berends et al., 1996, 1997; Hald et al., 2003).

A *Salmonellosis* a legjelentősebb élelmiszer eredetű megbetegedések közé tartozik, köszönhetően annak endémiás természete, jelentős mortalitása és az élelmiszerek széles köréhez köthető volta miatt (Aarestrup et al. 2007; de Freitas et al. 2010).

Az *Enterobacteriaceae* családba tartozó baktériumok rövid pálcika alakú, többnyire csillóval rendelkező, fakultatív anaerob mikrobák. A szerológiai tulajdonságaik alapján a szalmonelláknak több mint 2600 szerotípusát különböztetik meg, melyek előfordulása folyamatosan változik. A szerotípusok több mint 99 %-a a *Salmonella* Enterica fajba tartozik, melyen belül 6 alfajt különböztetünk meg. Az élelmiszer-mikrobiológiai szempontból fontos szerotípusok az I. alfajba tartoznak (*S. enterica* ssp. *enterica*) (Laczay, 2013).

A szalmonellák az emberi és állati bélcsatorna lakói. Egyes szerotípusok előfordulása általános (*S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*), másoké csak meghatározott gazdaszervezetre korlátozódik. A szalmonellák ürülékkel kerülnek a környezetbe, ahol hosszú ideig túlélhetnek, de nem szaporodnak. A húsok szennyeződése közvetlenül az állatok szalmonelloziséból származhat, vagy feldolgozás során kerül a béltartalom a hús felületekre. A szalmonellák 6-47°C között és 3,8-9,5 pH-tartományban képesek szaporodni (Lacza, 2013).

### ***Escherichia Coli***

Az *Enterobacteriaceae* családba tartozó *Escherichia coli*, a normál bélflóra legfontosabb faja. Születés után néhány hónappal megtelepszik a vastagbél nyálkahártyáján. Fontos szerepe van a vastagbélflóra normál egyensúlyának fenntartásában, valamint K- és B-vitamint is termel, így hozzájárul a szervezet megfelelő vitamin ellátásához. Az *Enterobacteriaceae* család többi tagjához hasonlóan Gram-negatív, fakultatív anaerob, spórátlan pálcá, általában peritrich csillóval rendelkezik, de lehet csillótlan is. A külvilágba székllettel kerül, szennyezheti az ivóvizet, élelmiszereket. Mint a coliformok közé tartozó fajt „indikátor baktériumként” is használják ivóvizek, élelmiszerek minősítésénél, ugyanis jelenléte fekális eredetű szennyeződésre utal, és ezáltal valószínűsíti 18 más enterális kórokozó jelenlétét is. Viszonylag nagy az ellenállóképességük, szaporodásukhoz optimális hőmérséklet (37°C) szükséges, de egyes törzsek akár 49°C-on is képesek szaporodni, vas- és epesavas sókkal szemben érzékenyek. (Fotadar et al., 2005)

### ***Koaguláz-Pozitív Staphylococcus Aureus***

A *Staphylococcus* nemzetség több mint negyven fajból áll, beleértve számos orvosi szempontból fontos kórokozót is, és koaguláz termelésük szerint két csoportba sorolható: koaguláz-pozitív *Staphylococcus* (CPS) és koaguláz-negatív *Staphylococcus* (CNS) (Foster, 1996). A *S. aureus* a leghírhedtebb kórokozó a CPS-ek között, amely különböző betegségeket okoz, az enyhétől és súlyosig tünetekkel járókig emberekben és az állatokban egyaránt (Lowy, 1998, Fitzgerald, 2012).

A *Staphylococcus aureus* az élelmiszer-mérgezések egyik kiváltója. Mind az emberek, mind az állatok *Staphylococcus*okat hordozhatnak az orrlyukakban és / vagy a torokban (Bergdoll, 1989). Megfigyelték, hogy az emberi biotípusok enterotoxint termelnek, míg az állati biotípusok általában negatívak (Isigidi *et al.*, 1992). A baktérium megtalálható a sertéshúsban is. Egy svájci tanulmány szerint a bontott állatok hátulsó negyedei 22,7%-a *S. aureus*-szal fertőzöttek, ami  $10^0$  és  $10^6$  cfu/cm<sup>2</sup> közötti sejtszámot jelent (Schraft *et al.*, 1992). Ezenkívül a dolgozók kezének bőrfelülete, valamint a berendezések is hordozhatják a baktériumot. A meleg és nedves környezet miatt a *S. aureus* proliferációja előfordulhat a feldolgozási nap folyamán is. Különösen akkor, ha a berendezések és a kesztyűk tisztítási és fertőtlenítési eljárása nem kielégítő. A *S. aureus* azonban egyéb *Staphylococcus* fajokkal összehasonlítva a kompetitív flóra gyenge versengő tagja, annak ellenére, hogy pH és hőmérséklet tekintetében széles növekedési tartományt tolerál (Bergdoll, 1989).

Hőmérséklet optimuma 37°C, de növekedést mutat 6,5 és 50 °C hőmérsékleti tartományok között is (Halpin- Dohnalek és Marth, 1989). A szaporodásához optimális pH tartomány 6-7 közötti, de enyhén savas (pH 4,00) közegben valamint 0,83-0,86 vízkiváltási értékek mellett még életképes (Bergdoll, 1989; Sperber, 1983). Általában 14 °C-on a legalacsonyabb a toxintermelése, és ezen a hőmérsékleten néhány napi tárolás után sem emelkedik (Schmitt *et al.*, 1990). Mezofil, fakultatív anaerob baktérium, amely a legrezisztensebb nem spórás fajok közé tartozik, így a kiszáradást is jól tűri. Véres agaron  $\beta$ -típusú haemolizist okoz, koaguláz pozitív, a szénhidrátok közül a dextrózt és a mannitot aerob és anaerob módon is bontja (Ryan és Ray, 2004).

A *Staphylococcus* intoxicatio a világon a leggyakrabban előforduló ételmérgezés. Ez annak ellenére így van, hogy minden lehetőet megtesznek a visszaszorítására. Európában és Magyarországon az esetszámot tekintve a *S. aureus* által okozott megbetegedés a második helyen áll a Salmonellosis után (Bíró, 2014).

Az *S. aureus* az általános higiénia indikátorként is használható, beleértve a berendezések állapotát is. (Elisabeth *et al.* 1999)

### **Tejsavbaktériumok**

A tejsavbaktériumok filogenetikailag a *Firmicutes* törzs, *Bacilli* osztályába és ezen belül a *Lactobacillales* rendbe tartoznak (Ásványi-Molnár, 2009). Szakirodalom szerint

a “tejsavbaktériumok” (angolul: lactic acid bacteria, LAB) gyűjtőnév, mely alatt mindazokat a Gram-pozitív, endospórát nem képző, kataláz-negatív és oxidáz-negatív, savtűrő, kokkusz és pálcika alakú mikroorganizmusokat értjük, amelyek a szénhidrátok fermentációja során legalább 50%-ban tejsavat termelnek (Pulay, 1972; Klein *et. al.*, 1998; Holzapfel *et. al.*, 2001; Varga, 2008; Halász, 2009). Az oxigénhez való viszonyuk különleges, hiszen mint obligát erjesztők valójában anaerobok, de elviselik az oxigén jelenlétét is. Mivel aerob körülmények között is erjesztenek és szaporodnak, aerotoleráns anaeroboknak, vagy mikroaerofileknek is nevezik őket (Zalán, 2008). A tejsavbaktériumok széles hőmérsékleti intervallumban (5 - 45°C között) képesek szaporodni. Nem meglepő tény, hogy a legtöbb tejsavbaktérium törzs tolerálja a 4,4-es pH-értéket is, amennyiben annak kialakításában nem döntően szerves savak vesznek részt. Szaporodásukhoz azonban igénylik az 5,5-6,5-es pH-jú közeget (Reddy *et. al.*, 2008).

### ***Hús minőség és a tejsavbaktériumok***

A hús az emberi szervezet fejlődéséhez, működéséhez szükséges tápanyagok „jelentősebb részét” megfelelő mennyiségben és arányban tartalmazza (Szücs, 2015)

A hús fő alkotóelemei közül: 75%-a víz, 20%-a fehérje, 3%-a zsír, 2%-a oldott állapotban lévő összetevő. Ez utóbbi 2%-ból a fémionok és vitaminok 3%-ot, nem fehérje, de nitrogén tartalmú összetevők 45%-ot, a szénhidrátok 34%-ot, és az egyéb szerves összetevők 18%-ot tesznek ki. (Deák *et al.* 1980, Csiszár, 1964)

A legnagyobb tömegben jelenlévő kötőszöveti fehérje a kollagén, mely az összes állati fehérje harmada. Az állat korának előrehaladtával a kollagén relatív mennyisége csökken, ugyanakkor a visszamaradt rész vízzeloldhatósága is, ami a megnövekedett számú, jó hőtüréssel bíró molekulák közötti kereszt-kötések kialakulásának tudható be (Shimokomaki *et al.* 1972).

A hús élvezeti értékét jelentősen befolyásolja a hús zsírszövet általi „márványozottsága”. A zsírszövet az izomszövetbe és a kötőszövetbe ágyazva megszakítja azok folytonos szerkezetét, így növeli a hús porhanyósságát. (McGee, 2004).

Az élelmiszer olyan érzékeny áru, amely komponensei idővel lebomlanak (Gram *et. al.*, 2002). Általában a fizikai-kémiai változásokon (pl. légzés, makromolekulák



lebontása, lipid oxidáció) kívül, a hús élelmiszerek mikrobiális növekedésre alkalmas közeg, mivel a tápanyagok összetétele elősegíti a sejtproliferációt. Ez a mikrobiális aktivitás elkerülhetetlenül nemkívánatos romláshoz vezet, ami felgyorsítja az élelmiszerekben egyes anyagok bomlását. (Borch, Kant-Muermans és Blixt, 1996). A magas víztartalom ( $a_w > 0,99$ ), és az enyhén savas pH (5,5-6,5), megfelel a mikrobiális növekedés optimális tartományának. Az energiahordozó tápanyagok (pl. glükóz, ribóz, aminosavak és nukleotidok) vitaminok és ásványi anyagok, bomlása/bontása miatt a hús rövid élettartamú élelmiszer (Buncic et al., 2014).

A hús eredendően az állatból és/vagy a vágóhidakból származó mikrobákkal szennyezett. Ezenkívül a mikroorganizmusok a feldolgozás környezetéből (pl. ahol a hasított testeket kezelik), továbbá a szállítás és a forgalmazás során érintett felületekről is származhatnak (Nychas et al., 2008).

A tejsavbaktériumok olyan csoportot alkotnak amely nagymértékben társul a friss hússal és főtt húskészítményekkel, de ellentmondásos kohorszot képvisel azon mikrobiális fajokkal szemben, amelyek vagy hozzájárulnak a nem megfelelő anyagcseretermékek előállításához és az azt követő organoleptikus romláshoz (Huis in 't Veld, 1996, Labadie, 1999), vagy bioprotektív ágensként szolgálnak bizonyos fajok törzseivel szemben, amelyek így csökkentett gátló hatást mutatnak ezen fajokat tartalmazó mikrobióták ellen (Chaillou et al., 2014, Fall et al., 2012; Vasilopoulos et al., 2010). A rendeletekben előírt kötelező mikrobiológiai-higiéniái paramétereken kívül tehát ezen csoport vizsgálata is indokolt lenne a nem kívánatos romlási folyamatok megelőzése/jelzése érdekében.

## **KÖVETKEZTETÉSEK**

A sertéshús, mint alapvető táplálék, fontos beltartalmi értékeivel hozzájárul az emberi szervezet egészséges működéséhez. A piaci versenyben egyre jobban előtérbe kerülnek a magas minőségű termékek. Az alapanyagok és a feldolgozás minőségének folyamatos kontrolljával a fogyasztók biztonságos termékekhez juthatnak. A jogi szabályozással az Európai Unió és Magyarország egyaránt biztosítani kívánja a biztonságos élelmiszer előállítását és forgalmazást, valamint a fogyasztók egészségének magas szintű védelmét. Azonban napjainkban is előfordulnak még ételfertőzések, ételmérgezések bizonyos mikrobiális keresztszennyeződések következtében. A vágóhidak és húsüzemek a

jogszabályi rendeletekben megkövetelt vizsgálatokat elvégzik, és minőségirányítási rendszerekkel szavatolják a gyártó üzem higiéniáját és a biztonságos termékek előállítását. Vannak azonban olyan rutin módon nem vizsgált mikroorganizmusok az emberi és gyártói környezetben, amelyek negatívan befolyásolják a nyers hús minőségét, feldolgozhatóságát. Ilyen mikroorganizmus csoport a tejsavbaktériumok. Ennek vizsgálatát jogszabályi háttér nem követeli meg. A tejsavbaktériumok okozta hatások (állomány változás, érzékszervi elváltozások) hatással lehetnek a termékre is, ezáltal a fogyasztók biológiai folyamataira, amely a funkcionális élelmiszerek elnevezésének egyik követelménye.

A tejsavbaktériumokon kívül további új irányként a nyers hús állományának vizsgálatát lehetne bevezetni, mivel mivel a kettő közötti szoros korreláció megalapozhatja a mikrobiológiai és az alapanyag állományában bekövetkező változások előrejelzését, amely alapján a feldolgoott alapanyag-mártix továbbfejleszhető akár funkcionális terméké.

## **MICROBIOLOGICAL FACTORS OF PORK AS A POTENTIAL FUNCTIONAL FOOD AND THEIR EFFECTS ON MEAT QUALITY**

ZOLTÁN TUDÓS – JENŐ SZIGETI - BALÁZS ÁSVÁNYI  
University of Széchenyi István Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár

### **SUMMARY**

Nowadays, the food quality, its nutritional content and its effect on health is becoming more and more significant. Pork plays an important role in our daily nutrition due to its high-protein, essential proteins and vitamin content. Raw meat is an excellent medium for pathogenic and spoilage bacteria. In addition to the food tests required by law and regulations, attention should be paid to the presence of other microorganisms which may affect the quality and consistency of meat. Improving the microbiological and hygienic properties of pig meat may have a positive effect on the consistency of raw meat and its processing. Consequently, consumers can get a higher quality food. Providing better quality, safer and healthier food can be produced.

**Keywords:** pork, functional, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, Lactic acid bacteria

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.2-16-2017-00012 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

Aarestrup, F. M., – Hendriksen, R. S., – Lockett, J., – Gay, K., – Teates, K., – McDermott, P. F., – White, D. G., – Hasman, H., – Sørensen, G., – Bangtrakulnonth, A., – Pornreongwong, S., – Pulsrikarn, C., – Angulo, F. J., – Gerner-Smidt, P. (2007): International spread of multidrug-resistant *Salmonella* Schwarzengrund in food products, *Emerg. Infect. Dis.*, 13. 726-31.

Ásványi-Molnár N. (2009): Funkcionális hatású tejtermék előállítása *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) felhasználásával. Doktori (PhD) Értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem, Mosonmagyaróvár, 139.

Berczeli A., – dr Horváth E., – dr. Németh A., – Finta G., – Dr. Keresztény P., – Debreczeni S., – Kovácsné Felkai É., – Weichné Csikós É., – Szalma I., – Bajkai T. (2009) Útmutató a sertés – és marhavágás, bontás, darabolás jó higiéniai gyakorlathoz. Budapest, 9-98.

Berends, B.R., – Urlings, H.A.P., Snijders, J.M.A., – Van Knapen, F., (1996): Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella* spp. in pigs. *Int. J. Food Microbiol.* 30, 37–53.

Berends, B.R., – Van Knapen, F., – Snijders, J.M.A., – Mossel, D.A.A., (1997): Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. *Int. J. Food Microbiol.* 36, 199–206.

Bergdoll, M.S. (1989): *Staphylococcus aureus*. In: M.P. Doyle (editor), *Foodborne Bacterial Pathogens*. M.P. Marcel Dekker, New York, 463-524.

Bíró Gy. (2004): Új funkcionális élelmiszer alkotórészek- a rosszindulatú daganatok és az oxidatív degradáció. *Édesipar* (4) 137-146.

- Biró G.* (2000): Élelmiszer-biztonság. In *Biró, G. és Biró, Gy.* (szerk.) Élelmiszer-biztonság, Táplálkozásegészségügy. Agroinform Kiadó, Budapest. 1-400.
- Biró G.* (2014): Élelmiszer higiénia, Agroinform Kiadó, Budapest. 1- 668.
- Blackburn, C.W.* (2003): Microbiological analysis and food safety management: GMP and HACCP systems. In: *McMeekin, T.A.* (ed.) Detecting pathogens in food. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. Chapter 1, 3-19.
- Borch, E., – Kant-Muermans, M.L., – Blixt, Y.* (1996): Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 103–120.
- Buncic, S., – Nychas, G. -J., – Lee, M.R.F., – Koutsoumanis, K., – Hébraud, M., – Desvaux, M., – Antic, D.* (2014): Microbial pathogen control in the beef chain: recent research advances. *Meat Science*, 97(3), 288–297.
- Chaillou, S., – Christieans, S., – Rivollier, M., – Lucquin, I., – Champomier-Vergès, M.C., – Zagorec, M.* (2014): Quantification and efficiency of *Lactobacillus sakei* strain mixtures used as protective cultures in ground beef. *Meat Science*, 97(3), 332–338.
- Csiszár V.* (1964): Húsvizsgálat és húshigiéné, Budapest. Mezőgazdasági Kiadó. 1-421.
- de Freitas, C. G., – Santana, A. P., – da Silva, P. H. C., – Gonçalves, V. S. P., – Barros, M. de A. F., – Torres F. A. G., – Murata L.,S., – Perecmanis, S.* (2010): PCR multiplex for detection of *Salmonella* Enteritidis, Typhi and Typhimurium and occurrence in poultry meat, *Int. J. Food Microbiol.*, 139. 15–22.
- Deák T.* (2006): Élelmiszer-mikrobiológia, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 250-263, 320-326
- Deák T., – Farkas J., – Incze K.* (1980): Konzerv-, hús- és hűtőipai mikrobiológia, Budapest, Mezőgazda kiadó, 53.
- Deák T., – Kiskó G., – Maráz A., – Mohácsiné Farkas CS.* (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda kiadó, Budapest. 1-315.
- E. Borch, – T. Nesbakken, – H. Christensen* (1996) Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 30. kötet, 1-2 . 9-25.
- E. Borch, – M.L. Kant-Muermans, – Y. Blixt* (1996): Bacterial spoilage of meat and cured meat products, *International Journal of Food Microbiology*, 33 (1), 103-120
- EFSA, ECDC, (2013): The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2013.

- Erdősi O.* (2014): Gyors mikrobiológiai módszerek fejlesztése és alkalmazása élelmiszer- és környezet-higiéniai vizsgálatokban, Ph.D. Értekezés, Budapest 17.
- Európai Bizottság, A Bizottság 2005. november 25-i 2073/2005 / EK rendelete az élelmiszerek mikrobiológiai kritériumairól (EGT-vonatkozású szöveg)
- F.D. Lowy, – N. Engl. J. Med.*, (1998) Staphylococcus aureus infections 339, 520-532
- Fenyvessy J., – Csanádi J., – Jankóné F. J.*, (2008): Az élelmiszeripari anyagok minőségi alkalmassága a funkcionális élelmiszer előállításához. In: Nagy J., Schmidt J., Jávor A. (szerk.): A jövő élelmiszerei és az egészség. Center-Print nyomda, Debrecen, 139-153.
- Figler M. Szerzők: Armbruszt S., – Füge K., – Gubicskóné Dr. Kisbenedek A., – Szabó Z., – Szekeresné Dr. Szabó Sz., – Dr. Polyák É.* (2015): Élelmiszer Minőségbiztosítás, Medicina Könyvkiadó Zrt, Budapest 234-235.
- Foster T.* (1996): Staphylococcus, S. Baron (Ed.), Medical Microbiology (4th edition), University of Texas Medical Branch at Galveston, Galveston (TX), (Chapter 12)
- Fotadar U., – Zaveloff P., – Terracio L.* (2005): Growth of Escherichia coli at elevated temperatures. Journal of Basic Microbiology, 45(5) 403–404.
- G. Nychas, – P. Skandamis, – C. Tassou, – K. Koutsoumanis* (2008): Meat spoilage during distribution Meat Science, 78 (1–2), 77-89.
- Goldberg I.*, (1994) Introduction I. Goldberg (Ed.), Functional foods. Designer foods, pharmafoods, nutraceuticals, Chapman and Hall, London, 3-16.
- Gram, L., – Ravn, L., – Rasch, M., – Bruhn, J.B., – Christensen, A.B., – Givskov, M.* (2002): Food spoilage — interactions between food spoilage bacteria. International Journal of Food Microbiology, 78(1–2), 79–97.
- Halász A.* (2009): Lactic acid bacteria. In: Food Quality and Standards. Ed. Lásztity, R., Vol. 3. EOLSS Publishers, Oxford, UK, 70-83.
- Hald, T., – Wingstrand, A., – Swanenburg, M., – von Altrock, A., – Thorberg, B.M.*, (2003): The occurrence and epidemiology of Salmonella in European pig slaughterhouses. Epidemiol. Infect. 131, 1187–1203.
- Halpin-Dohnalek, M.I., – Marth, E.H.* (1989): Staphylococcus aureus: production of extracellular compounds and behavior in foods : a review. Journal of Food Protection, 52, 267-282.

- Hawkes, C.* (2004): Nutrition labels and health claims: the global regulatory environment. World Health Organization, Genava, 1-88.
- Holzapfel, W.H., – Haberer, P., – Geisen, R., – Björkroth, J., – Schillinger, U.* (2001): Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition* 73 (Suppl.), 365S-373S.
- Huis in 't Veld, J.* (1996): Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 1–18.
- Isigidi, B.K., – Mathieu A.-M., – Devriese, L.A., – Godard, C., – van Hoof, J.* (1992): Enterotoxin production in different *Staphylococcus aureus* isolated from food and meat plants. *J. Appl. Bacteriol.* 72, 16-20.
- J. Huis in 't Veld* (1996): Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview *International Journal of Food Microbiology*, 33 (1), 1-18.
- J.R. Fitzgerald* (2012): Livestock-associated *Staphylococcus aureus*: origin, evolution and public health threat. *Trends Microbiol.*, 20, 192-198.
- Kauffman, R. G.* (2001). Meat composition. In Y. H. Hui, W. K. Nip, R. W. Rogers, & O. A. Young (Eds.), *Meat Science and Applications* (1–19). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Klein, G., – Pack, A., – Bonaparte, C., – Reuter, G.* (1998): Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 41, 103-125.
- L. Gram, – L. Ravn, M. Rasch, – J.B. Bruhn, – A.B.Christensen, – M. Givskov* (2002): Food spoilage — interactions between food spoilage bacteria *International Journal of Food Microbiology*, 78 (1–2), 79-97.
- Labadie, J.* (1999): Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. *Meat Science*, 52(3), 299–305.
- Lacza P.*, (2013): Élelmiszer-higiéncia, Élelmiszerlánc-biztonsá, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 15-53.
- Lehota J., – Komáromi N.* (2008): Animal welfare, ethology and housing systems. *Gödöllő.* (4) 528-534.
- McGee, H.* (2004): *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen.* Scribner, New York. 148-155.
- Németh A., – Varga A.* (2004): Trends of pork and poultry meat consumption in Hungary, *Gazdálkodás*, XLVIII. Évfolyam, 8. english special edition

- Nychas, G., – Skandamis, P., – Tassou, C., – Koutsoumanis, K.* (2008): Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78(1–2), 77–89.
- Panyor Á.* (2007): A különleges élelmiszerek piacnövelési lehetőségei megkérdések tükrében. Doktori (PhD) Értekezés, Budapest, 17-18.
- Pulay G.* (1972): Tejgazdasági Mikrobiológia. Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, 119 pp.
- Reddy, G., – Altaf, M., – Naveena, B.J., – Venkateshwar, M., – Kumar, E.V.* (2008): Amyolytic bacterial lactic acid fermentation: a review. *Biotechnology Advances* 26, 22-34.
- Ryan., K.J., – Ray, C.G.* (2004): Sherris Medical Microbiology, An itroduction to infectious Diseases 4th, McGraw Hill Medical Publishing Division 1-979.
- S. Buncic, – G.J. Nychas, – M.R.F. Lee, – K. Koutsoumanis, – M. Hébraud, – M. Desvaux, – D. Antic,* (2014): Microbial pathogen control in the beef chain: recent research advances, *Meat Science*, 97 (3), 288-297.
- S. Chaillou, – S. Christieans, – M. Rivollier, – I. Lucquin, – M.C.Champomier-Vergès, – M. Zagorec,* (2014): Quantification and efficiency of *Lactobacillus sakei* strain mixtures used as protective cultures in ground beef, *Meat Science*, 97 (3), 332-338.
- Schmitt, M., – Schuler-Schmid U., – Schmidt-Lorentz, W.* (1990): Temperature limits of growth, TNase and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* strains isolated from foods. *Int. J. Food Microbial.* 11, 1-20.
- Schraft, H., – Kleinlein, N., – Untermann, F.* (1992): Contamination of pig hindquarters with *Staphylococcus aureus*. *Int. 3. Food Microbial.* 15, 191-194.
- Shimokomaki, M., – Eisdén, D.F., – Bailey, A.J.* (1972): Meat tenderness: age related changes in bovine intramuscular collagen. *Journal of Food Science.* 37, 892–896.
- Singer, R.S., – Cox, L.A., – Dickson, J.S., – Hurd, H.S., – Phillips, I., – Miller, G.Y.* (2007): Modeling the relationship between food animal health and human foodborne illness. *Preventive Veterinary Medicine.* 79, 186–203.
- Sperber, W.H.* (1983): Influence of water activity on foodborne bacteria A review. *J. Food Protect.* 46, 142-150.
- Stadler K., – Molnár P.* (1998): A minőség meghatározó tényezői a sertéshústermelésben I.-II. rész, *Minőség és megbízhatóság* 1998.5. p.195 200.; 1998.6. 282-288.
- Szakály Z.* (2011): Táplálkozásmarketing, Mezőgazda Kiadó, Budapest 11-18

*Szilvássy Z., – Sári R.* (2008): A funkcionális élelmiszerek fejlesztési lehetőségei. In: Nagy J., Schmidt Jávora A. (szerk.): A jövő élelmiszerei és az egészség. Center-Print nyomda, Debrecen, 161-169.

*Szücs P.* (2015): Élelmiszerek mikrobiológiai stabilitásának növelése kémételes hőkezeléssel (Sous-vide technológia), Doktori (PhD) Értekezés, Mosonmagyaróvár, 12-21.

*Varga L.* (2008): A tejsavbaktériumok. Habilitációs Előadás. Nyugatmagyarországi Egyetem, Mosonmagyaróvár.

*Vasilopoulos, C., – De Mey, E., – Dewulf, L., – Paelinck, H., – De Smedt, A., – Vandendriessche, F., – Leroy, F.* (2010): Interactions between bacterial isolates from modified-atmospherepackaged artisan-type cooked ham in view of the development of a bioprotective culture. Food Microbiology, 27(8), 1086–1094.

*Zalán Zs.* (2008): Tejsavbaktériumok szelektálása romlást okozó élesztők szaporodásának gátlására. Doktori (PhD) Értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 121.

### **Internetes hivatkozások**

URL<sub>1</sub> <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/allat/allat1806.pdf>

URL<sub>2</sub> <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/elelmfogy/elelmfogy16.pdf>

URL<sub>3</sub> <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800004.EUM>

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

TUDÓS ZOLTÁN – SZIGETI JENŐ - ÁSVÁNYI BALÁZS  
Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Élelmiszertudományi Tanszék  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.  
E-mail: tudos83@gmail.com





## 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.), állattudományok (takarmányozás, állatgenetika, állategészségügy, 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 gépírás fekete betűvel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközzel 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 egynyári szélfű előfordulása a Fertő-Hanság-medence  
kukoricavetéseiben

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

Felvételezési hely (1)		Egynyári szélfű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4m <sup>2</sup> (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 tenyészdőszak 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/4m<sup>2</sup>, \*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 kell 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 lapszámban 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

Molnár Z. - pereszlényi K. - Szalka É.:	
Szalicilsav tartalmú termék használata őszi búzában.....	4
Greff B. - Hancné Lakatos E. - Szigeti F.:	
Extrahált gyógynövények komposztálási lehetőségeinek vizsgálata. ....	16
Pap N. - Pap J. - Schmidt R.:	
Kukorica termésbecslés.....	31
Könnyid I. - Szabó P.:	
Egy elfelejtett bauxitlencse flórája, különös tekintettel az orchidea fajokra .....	41
Sipos B. - Bagi Z. - Kusza Sz.:	
Őshonos magyar óriásgalamb fajtacsoport genetikai vizsgálatának első lépései - irodalmi áttekintés és mikroszatellit optimalizálás .....	48
Szalka É. - Páll Zs. - Reiter Sz. - Filep B.:	
Mezőgazdasági vállalkozások finanszírozása .....	79
Gombkötő N. - Teschner G.:	
Kertészeti zöldségtermesztés vizsgálata Magyarországon és az EU-ban .....	101
Teschner G. - Nyéki A. - Gombkötő N.:	
Drónnal végzett mezőgazdasági területmérés színszűrés és fuzzy logika segítségével	118
Szemle .....	139
Dorka-Vona V. – Kalocsai R. –Tóth E. A. –Giczi Zs.- Kovács A.:	
Spektroszkópiai módszerek alkalmazása a talaj tápanyagtartalmának meghatározására: szakirodalmi feldolgozás .....	140
Tudós Z. - Szigeti J. - Ásványi B.:	
A setéshús, mint potenciális funkcionális élelmiszer mikrobiológiai tényezőinek hatása hús minőségre .....	165
Tájékoztató és útmutató a szerzők részére .....	183