

# Agrár kaleidoszkóp

## Az elmúlt 30 év kiemelkedő agrártudományi eredményei (1989-2019)

### BEVEZETÉS

A Magyar Tudományos Akadémia az elmúlt harminc év eredményeit összefoglaló kiadványában az agrártudományok terén elért kiemelt jelentőségű felismeréseink, felfedezéseink és gyakorlati eredményeink is méltán szerepelnek. Mindez az Agrárosztály tíz tudományos bizottsága és háttér országának munkásságát tükrözi, és ez az összegzés legmértőbben a kaleidoszkóp, az ógörög mozaikszóból eredő régi játék nevével jellemezhető. E játék születése pedig a véletlen tudományos megfigyelések következménye: az apró, színes formákból, a henger belsejében elhelyezett tükrök segítségével összefüggő, szimmetrikus, színes mintázatok keletkeznek. Ha belenézünk a kaleidoszkópba és forgatni kezdjük azt, a kristályosan csillogó kép életre kel és a forgatás hatására a benne lévő apró elemek új és új mintázatokat hoznak létre, melyek az itt bemutatott rendezett sokszínűségükben tükröződnek. Ma a kor szellemének és tudományos felfedezéseinek következtében ez az optikai képalkotás korai formájának, őisének tekinthető.

Bízunk benne, hogy ebben a kötetben ismertetett az agrártudományok terén elért eredmények az „apró elemek”, amelyek „új és új mintákat hoznak létre”.

Köszönet illeti mindazokat, akik az elmúlt harminc év alatt elért kiemelkedő nemzetközi visszhangot is kiváltó eredményeket elérték, öregbítve a magyar agrárkutatók hírnevét, valamint mindazokat, akik az összegző írásokban aktívan vettek részt, de ez nem történhetett volna meg a három szerkesztő Nagy Béla, Mézes Miklós és Veisz Ottó akadémikustársaink áldozatos és lelkiismeretes munkája nélkül.

Ez a kiadvány egyben tükrözi az áttekintett időszak Agrárosztály osztályelnökeinek szellemiségét.

Balázs Ervin  
az MTA Agrártudományok Osztálya elnöke

2020. december 2.

## TARTALOMJEGYZÉK

Az MTA Agrártudományok Osztálya tudományos bizottságai által készített összefoglalót az elmúlt 30 év kiemelkedő agrártudományi eredményeiről az alábbi sorrendben mutatjuk be:

- Agrár- és Bioműszaki Tudományos Bizottság
- Agrár-közgazdasági Tudományos Bizottság
- Állattudományi Tudományos Bizottság
- Állatorvos-tudományi Bizottság
- Erdészeti Tudományos Bizottság
- Kertészet- és Élelmiszertudományi Bizottság
- Mezőgazdasági Biotechnológiai Tudományos Bizottság
- Növénynevelési Tudományos Bizottság
- Növényvédelmi Tudományos Bizottság
- Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Bizottság

## AGRÁR- ÉS BIOMŰSZAKI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

### Összefoglaló

Az Agrár- és Bioműszaki Tudományos Bizottsághoz tartozó kutatóhelyek K+F+I tevékenysége meglehetősen szerteágazó, hiszen az Agrárosztály valamennyi tudományterületéhez kapcsolódóan, a talajtól a növénytermesztésen és állattenyésztésen át az élelmiszeriparig és a környezetvédelemig folytatunk alapkutatást, felfedező kutatást és ipari innovációt, úgymint tervezést, modellezést, módszer-, műszer- és gépfejlesztést. Magas presztízsű folyóiratokban publikált elméleti és alkalmazott kutatásaink alapvető célja: a tudományos alapokra helyezett, fenntartható mezőgazdaság műszaki feltételrendszerének fejlesztése, az utóbbi években egyre inkább az informatika, a digitalizáció eszközrendszerével, az elemzésekben és döntéstámogató rendszerek kidolgozásában a mesterséges intelligencián alapuló módszerek fokozott bevonásával. A gyakorlatnak átadott (hazánkon kívül számos országban hasznosított) eredményeink közül kiemelhetők:

- környezet-orientált talajművelési rendszer,
- a precíziós termesztés alapját jelentő „on-the-go” talaj- és hozamtérképezési eljárások,
- traktoros gépcsoportok szántóföldi mozgásának energetikája,
- hatékony és környezetbarát szárítási, hulladék-hasznosítási és szennyvízkezelési eljárások,
- minőségjavító modellezés, eljárás- és termékfejlesztés az elválasztás-technikában, elsősorban membrán-szeparációs műveletekben (környezetvédelem, élelmiszeripar)
- roncsolásmentes és érintésmentes gyorsmódszerek a nyersanyagok és termékek *in vivo*, online és laboratóriumi vizsgálatára, valamint távérzékelésre,
- mesterséges érzékszerveken alapuló módszerek és eszközök a minőségvizsgálat és a döntéstámogatás számára (látórendszerek a legszélesebb spektrális tartományokban, akusztikus módszerek, objektív víz vizsgálat).

Bízunk benne, hogy tudományos eredményeink közérthető összefoglalója felkelti azon olvasók érdeklődését, akik mélyebb tudományos ismereteket kívánnak szerezni az agrár- és bioműszaki tudomány területről, illetve annak a gyakorlatban is hasznosítható eredményeiről.

### Kulcsszavak

Fenntartható mezőgazdaság, környezet-orientált talajművelés, agrár innováció, precíziós gazdálkodás, on-the-go térképezés, digitalizáció, IoT, döntéstámogatás, Big Data, mesterséges intelligencia, minőségjavító modellezés, roncsolás-mentes minőség-ellenőrzés, mesterséges érzékszervek, távérzékelés, hulladék-hasznosítás.

#### - **BME GT3 Mezőgép Kutatócsoportja**

A fenntartható fejlődés egyik alapeleme a legfontosabb természeti erőforrásunkat képező talajkészleteink ésszerű hasznosítása, védelme, sokoldalú funkcióképességének megóvása. Ez környezetvédelmünk és mezőgazdaságunk egyik legfontosabb közös feladata.

Az elmúlt évek széleskörű K+F munkáink eredményeként kialakították a fenntartható művelés tényleges megvalósítására alkalmas **környezet-orientált talajművelési rendszert** [1], amelynek előnyei a következők szerint foglalhatók össze:

- Energiatakarékos
- Erózió csökkentő
- Emisszió csökkentő

A környezet-orientált talajművelési technológia vizsgálati eredményeit és tapasztalatait felhasználva **kidolgozták a géprendszer egyes elemeinek agrotechnikai-műszaki követelményeit** [2]. Ezt követően **megtervezték és legyártották az egyes gépeket (mulcs-kultivátor, mulcs-lazító, mulcs-vetőgép)**, amelyek a szántóföldi munkák során kiválóan dolgoztak. A gépfejlesztés sikereit a gyakorlat mellett a gépkiállításon szerzett oklevelek és szabadalmaztatott megoldások is bizonyították [3].

- **Szegedi Tudományegyetem Folyamatmérnöki Intézet Kutatócsoportja**

A **membrán szeparáció** és a **mikrohullámú energiaközlés** elméletét és gyakorlati alkalmazását kutató műhely **szennyvíztisztításban** elért eredményei alapján megalkotott modell egyenletek és eltömődési index segítségével egyszerűbbé válik a membrános eljárások gyakorlati tervezése és felhasználása. Kimutatták pl. a vibrációs membránszűrési eljárásoknál a kritikus nyomásértéken túli alacsonyabb energiafogyasztás jelentőségét [4]. Előnyös szűrési tulajdonságokat eredményező **fotokatalitikusan aktív nanorészecskékkel**, illetve nanokompozitokkal módosított membránfelületeket készítettek, melyeket sikerrel alkalmazták olajszenyvezett [5], illetve tejipari szennyvizek kezelésére, számottevő fluxus növelő hatás elérését igazolták ózonnal történő előkezelés segítségével.

A **hulladékhasznosítási** eljárásoknál (szabadalom: [6]) a mikrohullámú energia alkalmazásának hatásosságára objektív jelzőszámokat [7] fejlesztettek ki, különböző, az ipari transzportfolyamok nyomon követésére alkalmas, a **dielektromos** állandó mérésén alapuló módszereket [8] dolgoztak ki.

- **Széchenyi Egyetem, Biológiai rendszerek és Élelmiszeripari Műszaki Tanszék & Precíziós Növénytermesztés Kutatócsoport, Mosonmagyaróvár**

Az elmúlt 30 év kutatási programjainak alapvető célja: tudományos alapokra helyezett, fenntartható digitális mezőgazdaság műszaki-IKT feltételrendszerének fejlesztése.

Teljesen új utat nyitottak a talaj és a művelő eszköz kapcsolatának „Véges elem” módszerrel történő modellezése terén. Ezzel a szemcsés halmazokban lejátszódó keveredési folyamatok, illetve az optimális talajművelési eljárások tudományos leírásánál is jelentős előre lépés történt [9], [10].

Fizikai, környezetkímélő gyors eljárást dolgoztak ki a tejzsír meghatározásra [11]. Jelentős előrelépést sikerült elérni az inhomogén biológiai anyagokban lejátszódó hő- és anyagtranszportok modellezésében - ugyancsak véges elemes modell használatával-, ezzel hozzájárultak az anyagkímélő hőkezelési eljárások optimalizálásához [12], [13]. Az intézet úttörő szerepet játszott a precíziós növénytermesztési technológiák hazai elterjesztésében 1998-tól [14]. Eljárásokat dolgoztak ki az „on-the-go” talaj- és hozamtérképezés pontosítására [15], [16], [17], [18]. Már 2006-ban a menedzser zónák méretének, meghatározására, a termésbecslésre stb. mesterséges intelligencia modelleket használtak. Ma már teljesen átálltak az adatbázisok feldolgozásánál a mesterséges intelligenciára alapozott analízisekre: ezek az elemzések a műszaki -IKT (Információs és Kommunikációs Technológia) fejlesztések irányát alapvetően meghatározzák [19]. A legújabb fejlesztéseik az Internet of Things (IoT), a dolgok internete. A kiépített és folyamatosan bővülő IoT rendszerük rövid időintervallumon (15 perc) belül nagy, egymással kommunikálni képes adatbázisokat szolgáltat. A Big Data mesterséges intelligenciára alapozott feldolgozásával olyan összefüggések tárhatók fel, amelyek a környezetkímélő technológiák kialakításához elengedhetetlenek [20].

- **SZIE Folyamatmérnöki Intézet „Terepi járműmozgások” Kutatócsoportja**

A terepjáró járművek (mezőgazdasági-, erdőgazdasági traktorok és járművek, földmunkagépek, valamint a katonai- és égitest járművek) mozgásának elméletével és vizsgálatával foglalkozó terepjárás elmélet területén a csoportnak több évtizedre visszanyúló,

számos kutatónemzedéken átívelő kutatási és oktatási tapasztalata van. Jelentős munkásságot fejtenek ki a traktoros gépcsoportok szántóföldi mozgásának energetikája terén [21]. Vizsgálták baleset során közútról lefutó jármű viselkedését, mozgáspályáját [22], valamint terepi egyenetlenségek keltette lengések hatását [23], [24]. Jelentős eredményeket értek el talajmechanikai paraméterek vizsgálatában [25], [26] és terepi járműmozgékonyasági modellt dolgoztak ki katonai alkalmazásokra.

- **SZIE Folyamatmérnöki Intézet Energetika Kutatócsoportja**

A szabadalmaztatott **hő-energetikailag zárt ciklusú terményszárítási eljárás** [27] a szárítás hőenergia forrásaként kizárólag a betakarított termény tisztítási és -szárítási hulladéka (primer biomassa) felhasználásával 100%-ban kiváltja a külső fosszilis és nem fosszilis hőenergia forrásokat, emellett a „postharvest” technológiák hulladékkezelését is megoldja. A technológia megvalósításához – az elméleti kidolgozás mellett - célszerűen módosított szárítókonstrukciót, továbbá új biomassa tüzelő és energiaellátó géprendszert (interfész, hőcserélő, keverőtér) fejlesztettek és referenciaüzemeket hoztak létre.

**Különböző tulajdonságú folyékony biomassa komponensek keverékére alapozott biogáz** telep technológiai folyamatának modellezésére fejlesztettek ki modellegenleteket és a modell gyakorlati hasznosításával megszüntették az alapanyag habzását és szignifikánsan növelték a gázkinyerési hatásfokot [28], [29], [30].

Kidolgozták a **kombinált mikrohullámú-konvektív szárítás elméletét** és gyakorlati alkalmazhatóságát szemes terményekre és zöldségfélékre, szignifikáns energiacsökkentés mellett [31], [32], [33].

**Modell egyenletek megalkotásával modellezték a szabálytalan alakú paprika precíziós válogatási folyamatát**, gyakorlati alkalmazásaként válogató gépsort fejlesztettek ki [34], [35], [36].

- **SZIE Műszaki Menedzsment Intézet Kutatócsoportja**

A kutatómunka kiemelt jelentőségű eleme az agrár innováció, illetve a mezőgazdasági műszaki fejlesztés ökonómiai és menedzsment összefüggéseinek tisztázására, elméleti megalapozására irányul. Kidolgozták az **agrár innováció funkcionális modelljét**, amely alkalmas eszköz a mikro szintű innovációs folyamatok tervezésére és elemzésére, a vállalati innovációs aktivitás minősítésére. Kidolgozásra került a komplex mezőgazdasági műszaki fejlesztés mátrix modellje („**Husti-féle mátrix modell**”), amely feltárja a mezőgazdasági termelés elemei és a műszaki fejlesztés hatótényezői közötti komplex kapcsolatrendszer. A modell alapot jelenthet a mezőgazdasági vállalkozások műszaki fejlesztési tevékenységének, illetve technológiafejlesztési törekvéseinek megalapozásához [37], [38]. Jelenlegi kutatásaik ezeken az alapokon a precíziós mezőgazdálkodásra, illetve a mezőgazdasági robotok alkalmazásával kapcsolatos kérdések tisztázására irányulnak.

- **SZIE Élelmiszertudományi Kar Élelmiszerfizika Kutatócsoportja**

A csoport fő kutatási területe az élelmiszerek és nyersanyagok minőségének vizsgálata fizikai módszerekkel. A többnyire indirekt módszerek alkalmazhatóságának elméleti megalapozása mellett – jelentős részben nemzetközi együttműködésekben - eljárásokat és eszközöket fejlesztettek ki az élelmiszerek mechanikai, elektromos/elektrokémiai, optikai/spektrális és íz-jellemzőinek roncsolásmentes, esetenként érintésmentes mérésére és ezek alkalmazására (elsősorban az élelmiszer-ágazat területeire).

A gyakorlatnak átadott eredmények közül kiemelhető:

- **Elektromos nyelv alkalmazása** széles körű élelmiszer mátrixok elemzésére (eredet meghatározás, hamisítás detektálása), objektív íz-összehasonlításra: ízmaszkolás, íz-sztenderd [39], [40]  
(alkalmazás: áruházláncok, gyógyszeripar)
- Redoxpotenciál-alapú **mikrobiológiai gyorsmódszer** [41] és szabadalmaztatott műszer [42]  
(alkalmazás: Európa számos országában, üdítőital-gyártás, vízművek, víztisztítás)
- Dielektromos **nedvességmérési eljárás** (alkalmazás: USA gabonaátvétel)
- Komplex **dinamikus** (akusztikus, impakt és ultrahangos) **állományvizsgálati módszer-** és eszközcsoport [43]  
(alkalmazás: áruházláncok, objektív áruátvétel)
- Számítógépes látórendszerek, **képfeldolgozás** (alkalmazás: nemesítési döntéstámogató rendszerek, élelmiszeripari minőség-ellenőrzés)[44]
- Közeli infravörös spektroszkópia – módszerfejlesztés (**Aquaphotomics**, [45]. Emberi DNS-ben UV fény okozta mutáció kimutatására alkalmas módszer kifejlesztése [46].

- **SZIE Élelmiszertudományi Kar Élelmiszeripari Műveletek Kutatócsoportja**

A kutatások olyan membrán-szeparációs műveletekhez kapcsolódnak, mint a membránszűrés (RO, NF, UF, MF), a pervaporáció, és olyan anyagátadási műveletekhez, mint az abszorpció, desztilláció stb., ahol a membránmodult a két fázis érintkeztetésére használjuk.

Néhány alkalmazási példa:

- Bor szűrése kerámia membránon nano- és ultraszűréssel [47]
- Bor értékes komponenseinek besűrítése nanoszűrés és fordított ozmózis alkalmazásával [48]
- Növényolaj nyálkátlanítása membránszűréssel [49]
- Stabil olaj-víz emulziók szétválasztása nano- és ultraszűréssel [50]
- Ipari szennyvizek kezelése nanoszűréssel és/vagy membrán desztillációval és/vagy pervaporációval, Alkoholok víztelenítése pervaporációval [51]
- Tejsavó újrahasznosítás membránműveletek alkalmazásával [52]
- Szennyező anyagok eltávolítása ivóvíz-forrásokból nanoszűréssel és ultraszűréssel [53]
- Aroma- és vitamindús gyümölcslevek besűrítése komplex membrántechnikával [54], [55]
- Membrán folyamatok és kombinált folyamatok matematikai modellezése és optimalizálása [56], [57]
- Eljárás antioxidáns hatású színezéket tartalmazó pektin kinyerésére, mikrohullámmal intenzifikált extrakcióval [58].

## Hivatkozások

- [1] Jóri, J. I. (2004): Tillage Intensity and Tillage-Induced CO<sub>2</sub> Loss. *Progr. Agric. Eng. Sci.* Sample Issue 31-45.
- [2] Rádics, J. P., Jóri, J.I. (2010): Development of 3E tillage system and machinery to challenge climate change impacts. *Periodica polytechnica. Mech. Eng.*54: 49-56.
- [3] Farkas, P., Ifj.Farkas, P. Jóri, J. I., Kovács, L., Oláh, M. (2006): *Talajművelő gép, főleg gabonatarlók egymenetes alapművelésére.* Magyar Szabadalmi Hivatal. Budapest. Lajstromszám: 224.870. 2006. 06. 06.
- [4] Kertész, Sz., László, Zs., Horváth, Zs. H., Hodúr C. (2011): Analysis of nanofiltration parameters of removal of an anionic detergent. *Desalination*221: 303-311.
- [5] Veréb, G., Kovács, I., Zakar, M., Kertész, S., Hodúr, C., László, Z. (2018): Matrix effect in case of purification of oily waters by membrane separation combined with pre-ozonation. *Environm. Sci. Pollut. Res.* 25: 34976-34984.
- [6] Hodúr, C., Szabó, G., László, Zs., Beszédes, S., Kertész, Sz., Kiss, K. , Bélafiné, Bakó K., Békássyné, Molnár E., Vatai, Gy., Bánvölgyi, Sz. et al. (2008): *Biogáz termelés és biológiai lebonthatóság (aerob, anaerob) növelése bogyós gyümölcsök préslepenyének mikrohullámú kezelésével.* Magyar Szabadalmi Hivatal. Budapest. 2008.03.12. P0800157
- [7] Beszédes, S., László, Zs., Horváth, Z. H., Szabó, G., Hodúr, C. (2011): Comparison of the effects of microwave irradiation with different intensities on the biodegradability of sludge from the dairy- and meat-industry, *BioresourcesTechnol.* 102: 814-821.
- [8] Jákói, Z., Hodúr, C., László, Zs., Beszédes, S. (2018): Detection of the efficiency of microwave–oxidation process for meat industry wastewater by dielectric measurement, *Water Sci. Technol.*78: 2141-2148.
- [9] Mouazen, A. M., Neményi, M. (1998): A review of the finite element modelling techniques of soil tillage. *Matem. Comput. Simulation* 48: 23-32.
- [10] Mouazen, A. M., Neményi, M. (1999): Finite element analysis of subsoiler cutting in non-homogeneous sandy loam soil. *Soil Tillage Res.* 51: 1-15.
- [11] Lakatos, E., Kovács, A.J., Neményi, M. (2010): Milk fat content determination by combined physical (microwave and convective dehydration) method. *Milkwissensch. – Milk Sci. Internat.* 65: 373-376.
- [12] Kovács, A. J., Neményi, M. (1999): Moisture gradient vector calculation as a new method for evaluating NMR images of maize (*Zea mays* L.) kernels during drying, *Magn. Reson. Imaging* 17: 1077-1082.
- [13] Neményi, M., Czaba, I., Kovács, A. J., Jáni T. (2000): Investigation of simultaneous heat and mass transfer within the maize kernels during drying. *Computers Electron. Agric.*26: 123-135.
- [14] Neményi, M., Mesterházi, P. Á., Pecze Zs., Stépán Zs. (2003): The role of GIS and GPS in precision farming. *Computers Electron. Agric.* 40: 45-55.

- [15] Neményi, M., Mesterházi, P. Á., Milics, G. (2006): An application of tillage force mapping as a cropping management tool. *Biosyst. Eng.* 94: 351-357.
- [16] Nagy, V., Milics, G., Smuk, N., Kovács, A.J., Balla, I., Jolánkai, M., Deákvári, J., Szalay, K.D., Fenyvesi, L., Štekauerová, V., Wilhelm, Z., Rajkai, K., Németh, T. and Neményi, M. (2013): Continuous field soil moisture content mapping by means of apparent electrical conductivity (ECa) measurement. *J. Hydrol. Hydromech.* 61: 305-312.
- [17] Csiba, M., Kovács, A.J., Virág, I., Neményi, M. (2013): The most common errors of capacitance grain moisture sensors: effect of volume change during harvest. In: Stafford, J. V. (szerk.): *Precision agriculture '14*, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 215-223.
- [18] Nyéki, A., Milics, G., Kovács, A. J., Neményi, M. (2017): Effects of soil compaction on cereal yield. *Cereal Res. Commun.* 45: 1-22.
- [19] Nyéki, A., Kerepesi, C., Daróczy, B., Benczúr, A., Milics, G., Kovács, A. J., Neményi, M. (2019): Maize yield prediction based on artificial intelligence using spatio-temporal data. In: Stafford, J. V. (szerk.): *Precision agriculture '19*, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 1011-1017.
- [20] Nyéki, A., Neményi, M., Teschner, G., Milics, G., Kovács, A. J. (2020): Application possibilities and benefits of IOT (Internet of things) in agricultural practice. Quo Vadis IOT? *Hung. Agric. Eng.* 37: 90-96.
- [21] Kiss, P. (2003): Rolling radii of a pneumatic tyre on deformable soil. *Biosyst. Eng.* 85: 153-161.
- [22] Máthé, L., Kiss, P., Laib, L., Pillinger, Gy. (2013): Computation of run-off-road vehicle velocity from terrain tracks in forensic investigations. *J. Terramech.* 50: 17-27.
- [23] Laib, L. (1995): Analysis of the vibration-excitation effect caused by deformable soil surface. *J. Terramech.* 32: 151-163.
- [24] Gurmai, L., Kiss, P. (2014): The towed vehicle as an oscillating system, *Int. J. Heavy Vehicle Syst.* 21: 262-280.
- [25] Pillinger, Gy., Géczy, A., Hudoba, Z., Kiss, P. (2018): Determination of soil density by cone index data. *J. Terramech.* 77: 69-74.
- [26] Sítkei, Gy., Pillinger, Gy., Máthé, L., Gurmai, L., Kiss, P. (2019): Methods for generalization of experimental results in terramechanics. *J. Terramech.* 81: 23-34.
- [27] Beke, J., Kardos, L. (2018): *Eljárás és berendezés terménytisztítási és -szárítási hulladék tüzelésére alapozott, hő-energetikailag zárt ciklusú, direkt/indirekt terményszárítási technológia megvalósítása céljából.* Magyar Szabadalmi Hivatal. Budapest. 2018.06.28. P1800233
- [28] Tóth, L., Beke, J., Bártfai, Z., Szabó, I., Oldal, I., Kátai, L. (2016): Critical technology factors of biogas plants using mixed materials. *Modern Environ. Sci. Eng.* 2: 225-230.
- [29] Bártfai, Z., Oldal, I., Tóth, L., Szabó, I., Beke, J. (2015): Conditions of using propeller stirring in biogas reactors. *Hung. Agric. Eng.* 28: 5-10.



- [30] Bártfai, Z., Tóth, L., Oldal, I., Szabó, I., Beke, J. (2015): Modelling the stirring process of biogas plants using mixed materials. *Hung. Agric. Eng.* 27: 5-13.
- [31] Beke, J., Mujumdar, A.S., Giroux, M. (1997): Some fundamental attributes of corn and potato drying in microwave fields. *Drying Technol.* 15: 539-554.
- [32] Kurjak, Z., Barhacs, A., Beke, J. (2012): Energetic analysis of drying biological materials with high moisture content by using microwave energy. *Drying Technol.* 30: 312-319.
- [33] Beke, J., Kurják, Z., Bessenyei, K. (2014): Enhanced drying due to nonthermal effects of microwave irradiation. *Drying Technol.* 32: 1269-1276.
- [34] Gergely, Z., Beke, J. (2013): Morphological algorithm for fast contour characterization in white paprika sorting. *Mech. Eng. Lett.: R and D: Res. Develop.* 9: 98-103.
- [35] Gergely, Z., Beke, J. (2013): A micro-controller-based algorithm for fast and robust edge detection in white paprika sorting process. *Mech. Eng. Lett.: R and D: Res. Develop.* 10: 161-169.
- [36] Gergely, Z., Petróczki, K., Beke, J. (2016): A High performance method for sorting white paprika. *Experiment: Int. J. Sci. Technol.* 37: 2259-2270.
- [37] Husti, I. (1993): *A mezőgazdasági műszaki fejlesztés néhány társadalmi-gazdasági összefüggése.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 99 p.
- [38] Husti, I. (2011): *A mezőgazdasági műszaki fejlesztés gazdasági vonásai.* Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 217 p.
- [39] Zaukuu, J. L. Z., Bazar, Gy., Gillay, Z., Kovacs, Z. (2019): Emerging trends of advanced sensor based instruments for meat, poultry and fish quality– a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* DOI: 10.1080/10408398.2019.1691972
- [40] Sipos, L., Kovács, Z., Sági-Kiss, V., Csiki, T., Kókai, Z., Fekete, A., Héberger, K. (2012): Discrimination of mineral waters by electronic tongue, sensory evaluation and chemical analysis. *Food Chem.* 135: 2947-2953.
- [41] Reichart, O., Felföldi, J., Baranyai, L., Józwiak, Á., Nádaskiné Szakmár, K. (2010): *Eljárás mikroorganizmusok szilárd, folyékony, légnemű anyagokban való jelenlétének kimutatására és számszerű meghatározására.* Magyar Szabadalmi Hivatal. Budapest. Lajstromszám: 227108. 2010.07.07. P0500591
- [42] Reichart, O., Szakmár, K., Jozwiak, Á., Felföldi, J., Baranyai, L. (2007): Redox potential measurement as a rapid method for microbiological testing and its validation for coliform determination. *Int. J. Food Microbiol.* 114: 143-148.
- [43] Muskovics, G., Felföldi, J., Kovács, E., Perlaki, R., Kállay, T. (2006): Changes in physical properties during fruit ripening of Hungarian sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *Postharvest Biol. Tehnol.* 40: 56-63.
- [44] Schmilovitch, Z., Ignat, T., Alchanatis, V., Gatker, J., Ostrovsky, V., Felföldi, J. (2014): Hyperspectral imaging of intact bell peppers. *Biosyst. Eng.* 117(C): 83-93.

- [45] Kovacs, Z., Bázár, Gy., Oshima, M., Shigeoka, S., Tanaka, M., Furukawa, A., Nagaia, A., Osawa M., Itakura, Y., Tsenkova, R. (2016): Water spectral pattern as holistic marker for water quality monitoring. *Talanta* 147: 598-608.
- [46] Goto, N., Bazar, G., Kovacs, Z., Kunisada, M., Morita, H., Kizaki, S., Sugiyama, H., Tsenkova, R., Nishigori, C. (2015): Detection of UV-induced cyclobutane pyrimidine dimers by near-infrared spectroscopy and aquaphotomics. *Scientific Reports*5: Paper 11808. DOI: 10.1038/srep11808.
- [47] Manninger, K., Gergely, S., Békássy-Molnár, E., Vatai, Gy., Kállay, M. (1998): Pretreatment effect on the quality of white and red wines using cross-flow ceramic membrane filtration. *Acta Aliment.* 27: 377-387.
- [48] Takacs, L., Vatai, G., Korany, K. (2007): Production of alcohol free wine by pervaporation. *J. Food Eng.* 78:118-125.
- [49] Koris, A., Vatai, Gy. (2002): Dry degumming of vegetable oils by membrane filtration. *Desalination* 148: 149-153.
- [50] Krstic, D. M., Höflinger, W., Koris, A., Vatai Gy. (2007): Energy-saving potential of cross-flow ultrafiltration with inserted static mixer: Application to an oil-in-water emulsion. *Separat. Purific. Technol.*57: 134–139.
- [51] Galambos, I., Mora, M.J., Jaray, P., Vatai, Gy., Bekassy-Molnar, E. (2004): High organic content industrial wastewater treatment by membrane filtration. *Desalination* 162: 117-120.
- [52] Román, A., Popovic, S., Vatai, Gy., Djuric, M., Tekic, M. N. (2010): Process duration and water consumption in a variable volume diafiltration for partial demineralization and concentration of acid whey. *Separat. Sci. Technol.* 45: 1347-1353.
- [53] Fogarassy, E., Galambos, I., Bekassy-Molnar, E., Vatai, Gy. (2009): Treatment of high arsenic content wastewater by membrane filtration. *Desalination* 240: 270-273.
- [54] Kozák, Á., Bánvölgyi, Sz., Vincze, I., Kiss, I., Békássy-Molnár, E., Vatai, Gy. (2008): Comparison of integrated large-scale and laboratory-scale membrane processes for the production of black currant juice concentrate. *Chem. Eng. Proces.* 47: 1171-1177.
- [55] Bánvölgyi, S., Vatai, T., Molnár, Zs., Kiss, I., Knez, I., Vatai, Gy., Skerget, M. (2016): Integrated process to obtain anthocyanin enriched pal-fat particles from elderberry juice. *Acta Aliment.*45: 206-214.
- [56] Román, A., Wang, J., Csanádi, J., Hodúr, C., Vatai, Gy. (2009): Partial demineralization and concentration of acid whey by nanofiltration combined with diafiltration. *Desalination* 241: 288-295.
- [57] Gergely, S., Bekassy-Molnar, E., Vatai, Gy. (2003): The use of multiobjective optimisation to improve wine filtration. *J. Food Eng.* 58: 311-316.
- [58] Gubicza, L., Nemestóthy, N., Major, B., Hodúr, C., Beszédes, S., László Zs., Szabó, G., Békássyné Molnár, E., Vatai, Gy., Koris, A. et al. (2008): *Eljárás antioxidáns hatású színezéket tartalmazó pektin kinyerésére, kívánt esetben mikrohullámmal intenzifikált extrakcióval.* Magyar Szabadalmi Hivatal. Budapest. 2008.08.01 (P 08 00488)

# AGRÁR-KÖZGAZDASÁGI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

## Összefoglaló

Az elmúlt három évtizedben az Agrár-közgazdasági Tudományos Bizottság szakmailag megalapozott, a nemzetközi kutatási eredményeket integráló és a hazai viszonyainkra adaptáló, a hosszú távú globális és európai trendeket figyelembe vevő elemzéseivel, javaslataival segítette a kormányzatot a mezőgazdasággal, élelmiszeriparral, vidékfejlesztéssel és környezetgazdálkodással összefüggő döntések meghozatalában.

A földtulajdoni szerkezet átalakulásával, az intézményrendszer kiépítésével, az EU csatlakozásból adódó feladatokkal, a piacépítéssel, a vállalati szerkezetváltással és az élelmiszerbiztonság javításával foglalkozó bizottsági javaslatok a versenyképesség fokozását, a vidék népességmegtartó képességének fenntartását, a biztonságos élelmiszerellátás megteremtését szolgálták, összhangot keresve a fejlődés és az egyensúlyteremtés követelményei között. A megjelent tanulmányokban központi figyelmet kapott a vállalkozások versenyképességének fejlesztését közvetlenül szolgáló javaslatok kidolgozása, a klímaváltozás hatásainak csökkentése és a vállalkozások közötti vertikális és horizontális kapcsolati háló fejlesztése.

A magyar agrárközgazdászok által elért, nemzetközi léptékben is figyelmet keltő, ugyanakkor a hazai gazdaságpolitikai és gazdálkodási döntéshozatalt és gyakorlatot is segítő kutatási eredmények elérésében jelentős szerepe volt annak, hogy a Bizottság fórumot kínált a legkorszerűbb módszerekkel végzett kutatások bemutatására és megvitatására. A magyar agrárközgazdasági kutatásban elért kutatási eredmények növekvő külföldi elismertségét jól tükrözi, hogy több magyar agrárközgazdász hosszú éveken át töltött be magas pozíciókat nagy presztízsű nemzetközi szakmai szervezetekben. Megsokszorozódott a magyar szerzők által publikált tudományos közlemények száma a vezető nemzetközi folyóiratokban, továbbá folyamatosan emelkedett az agrárgazdasági PhD képzésben tanuló külföldi hallgatók aránya.

## Kulcsszavak

Agrárpolitika, agrár-informatika, agrár-irányítás, agrár-kutatás, élelmiszerbiztonság, élelmiszergazdaság, élelmiszeripar, farmszerkezet, fenntarthatóság, földtulajdon-szerkezet, hatékonyság, integráció, intézményrendszer, klímaváltozás, környezetgazdálkodás, mezőgazdaság, piacorientáció, szerkezetváltás, termelés-technológiák, vállalatirányítás, versenyképesség, vidékfejlesztés.

## **1. Az agrár-közgazdasági kutatás és a gazdaságpolitika „A KGST piacra termelő szocialista nagyüzemektől a versenyképes, multifunkcionális élelmiszergazdaságig”**

### **1.1. Tulajdoni átalakulás és intézményi rendszer építés**

A rendszerváltással a magyar társadalom és az élelmiszergazdasági ágazat is új kihívások sokaságával szembesült. Egyszerre kellett végrehajtani a földtulajdon átalakítását, a kárpótlást és a privatizációt, a fizetésektelen „szocialista” piacok kiváltását és létrehozni a modern, magántulajdonra épülő piacgazdaság intézményi kereteit.

A Bizottság javaslatainak, konstruktivitásának meghatározó szerepe volt abban, hogy a magyar agrárgazdaságban végbemenő rendszerváltás során mindvégig sikerült fenntartani az élelmiszergazdaság működőképességét. Állásfoglalásaival hozzájárult ahhoz, hogy a gyakran

nem kellően előkészített, az átalakulások lázában hozott politikai döntések körültekintőbbek, közgazdasági és szervezéstudományi szempontból megalapozottabbak legyenek [1].

A Bizottság által készített közgazdasági elemzések segítettek megértetni a politikai vezetéssel, hogy a családi gazdaságokra épülő mezőgazdaság létrehozása számottevő többletköltséget igényel, melynek terheit indokolt vállalni az élelmezésbiztonság fenntartásához.

A Bizottság munkája, ajánlásai tükröződtek számos intézmény-építési, fejlesztési célú jogalkotó munkában, mint például a terméktanácsok létrehozása, az agrárpiacon rendtartás koncepciójának kidolgozása, vagy a modern versenyszabályozás kidolgozása.

## **1.2. A magyar élelmiszergazdaság és az Európai Unió**

A magyar élelmiszergazdaság szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bírt az Európai Unióhoz történő csatlakozás előkészítése, megvalósítása és az új feltételekhez alkalmazkodó tevékenység. A Bizottság folyamatosan elemezte, illetve tárgyalta az EU agrárpolitikáját, annak várható fejlődési irányait és főbb hatásait.

A Bizottság támogatásával készült el az a matematikai modell-rendszer, mely a magyar tárgyalási pozíció kialakítását szolgálta a csatlakozási tárgyalásokon [2]. A csatlakozást követően a Bizottság rendszeresen elemezte az élelmiszergazdaság helyzetét, versenyképességét az Unióban [3].

A Bizottság számos olyan kérdéssel foglalkozott, melyek az EU gazdaságpolitikájának hazai vonatkozásait érintették [4]. A Bizottságnak jelentős szerepe volt a korszerű agrár-irányítás alapjait megteremtő Piaci Árinformációs Rendszer [5] és a tesztüzemi információs rendszer [6] koncepciójának megalkotásában.

## **1.3. A gazdaságpolitikai környezet továbbfejlesztése**

Az élelmiszergazdaság fejlődése döntő mértékben függ attól, hogy a gazdaságpolitika mennyire képes hosszú távú, a versenyképesség és a hatékonyság követelményeit a társadalmi-gazdasági fenntarthatósággal ötvöző politika megvalósítására. A Bizottság javaslataival, kutatásaival folyamatos támogatást nyújtott a gazdaságpolitikai döntéshozóknak [7].

## **1.4. Piaci szerkezetváltás**

Míg harminc éve a mezőgazdasági és élelmiszeripari exportunk mintegy 80%-a a Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa tagállamaiban került értékesítésre, addig napjainkban a mezőgazdasági termékek döntő hányadát az EU tagállamaiban értékesítjük. Ehhez meg kellett ismertetni a magyar termékeket azokon az európai piacokon is, ahol jelentős túlkínálat volt a jellemző. A Bizottság iránymutatásai alapján kezdte meg működését a kollektív marketing tevékenység folytatására hivatott Agrármarketing Centrum [8], amely hozzájárult a hazai agrártermékek jelentős mértékű értékesítéséhez a fejlett országok piacain.

## **1.5. Az élelmiszerbiztonsági stratégia tudományos megalapozása**

A fejlett országok számára is meglepő volt, hogy mennyire felkészületlenül érték az élelmiszerbiztonsági kihívások (pl. a szivacsos agyvelőgyulladás). A Bizottság meghatározó szerepet játszott abban, hogy az élelmezésbiztonsággal kapcsolatos döntések minél szélesebb kör számára jussanak el komplex megközelítést alkalmazva. A magyar élelmiszerbiztonsági rendszer a maga komplexitásával és egységességével mintaként szolgál számos fejlődő ország részére. A Bizottság kezdeményezésére készült el az Élelmezésbiztonság című monográfia [9].

## **1.6. Élelmiszergazdaság és vidékfejlesztés**

Bizottságunk, szorosan együttműködve a térségfejlesztés és a gazdaságföldrajz művelőivel, számos alkalommal foglalkozott az agrártermelés és a vidékfejlesztés összefüggéseivel, mintaprojektek létrehozását kezdeményezte, felhívta a figyelmet az integrált vidékfejlesztési programok jelentőségére [1,9].

## **2. A Bizottság és a versenyszféra szereplői: a gazdálkodás-és szervezéstudományok az agrár-innováció szolgálatában**

### **2.1. Az agrárvállalkozások versenyképességének növelése**

A Bizottság hozzájárult a magyar vállalatok szervezési-vezetési kultúrájának fejlesztéséhez, a korszerű vállalatirányítási rendszerek széles körű alkalmazásának előkészítéséhez, a stratégiai tervezéshez. Jelentős szerepet játszott abban, hogy a magyar szakmai közvélemény a korszerű szervezési és vezetési módszereket minél nagyobb mértékben fogadja el. A gépesítésen túlmenően az informatika kiterjedt eszköztárának mind szélesebb körű mezőgazdasági alkalmazására hívta fel a figyelmet. A Bizottság együttműködve más MTA testületekkel jelentős szerepet játszott abban, hogy a precíziós mezőgazdasági termelési technológiák megismerése mind nagyobb teret kapjanak [10], egyidejűleg hozzájárult a magyar mezőgazdaság adaptációs képességének fokozásához, technológiai fejlődéséhez.

### **2.2 Az agrár-közgazdaságtan és a klímaváltozás**

A magyar élelmiszergazdaságban dolgozó szakemberek a régióban az elsők között ismerték fel a klímaváltozás szerepét és jelentőségét az agrárgazdaságban. A Bizottság munkájának is része van abban, hogy az elsők között készült el Közép-Kelet-Európában a magyar klímastratégia [11].

### **2.3. A modern szövetkezetekért**

A tulajdoni átalakulás nagyobb mértékben indokolta volna az erős, hatékony szövetkezetek létesítését, ez a folyamat azonban csak nagyon lassan, vontatottan megy végbe. A Bizottság rendszeresen elemezte a szövetkezetek helyzetét és empirikus kutatások eredményeinek ismertetésével az agrárpolitikai gondolkodás homlokterébe állítva a modern, a nemzetközi trendekhez illeszkedő szövetkezetpolitikát és más integrációs törekvéseket [12].

## **3. A tudomány és az oktatás**

A Bizottság elvi állásfoglalásainak jelentős szerepe volt abban, hogy tovább bővült és korszerűsödött az agrártudományi területen végzett szakemberek gazdálkodás-, szervezés- és vezetéstudományi ismerete. Az egyes diszciplínák oktatásában a külföldről adaptált szakirodalmak mellett monográfiák egész sora jelent meg [13], amelyek napjainkban is tan- és kézikönyvként szolgálnak a képzésben. A Bizottság figyelemmel kísérte az agrártudományi karokon folyó szakemberképzés helyzetét, felhívta a figyelmet a továbbfejlesztés lehetőségeire, iránymutatásai hozzájárultak a doktorképzés színvonalának emeléséhez.

## **4. Az agrár-közgazdasági kutatás nemzetközi integrációja**

Az eltelt három évtizedében a Bizottság tagjai nemzetközi kongresszusok, konferenciák és kutatások szervezésével [14] [15] és azokon történő aktív szereplésükkel fontos szerepet játszottak abban, hogy a nemzetközi szakmai közvéleménnyel megismertessék a kelet-közép-európai élelmiszergazdasági átalakulás sajátos viszonyait. A szakma két legrangosabb nemzetközi szervezete, az International Association of Agricultural Economists (IAAE) és az European Association of Agricultural Economists (EAAE) 1991-ben, illetve 1999-ben, a közép-kelet-európai régióból elsőként a Bizottság tagjai közül választott elnököt, Csáki Csaba, illetve Forgács Csaba személyében.

Tagjaink kutatási eredményeiket mind szélesebb körben tárják a nemzetközi tudományos közvélemény elé a világ vezető folyóirataiban is. Három évtizeddel ezelőtt a magyar agrárközgazdászok nemzetközi folyóiratokban történő megjelenése marginális volt. Napjainkban a magyar agrárközgazdasági publikációk az összes agrártudományi tudományos közlemények mintegy egytizedét teszik ki, ötszörös arány növekedést felmutatva a három évtized alatt.

## Hivatkozások

- [1] Sipos, A., Szűcs, I. (1995): A termőföld árának meghatározása. *Közgazdasági Szemle* 42: 766-775.
- [2] Udovecz, G. (2000): Expected impacts of EU accession on the Hungarian agriculture. *Society and Economy in Central and Eastern Europe*, 123-134.
- [3] Kapronczai, I. (2010): *A magyar agrárgazdaság az adatok tükrében az EU csatlakozás után*. Agrárgazdasági Kutatóintézet (12). <http://repo.aki.gov.hu/315/>
- [4] Kapronczai, I., Tomka, J. (1991): Cost, price, and earnings parameters in large and small agricultural enterprises. *East. Eur. Econ.* 30:76-92.
- [5] Piaci Árinformációs Rendszer [https://pair.aki.gov.hu/web\\_public/general/home.do](https://pair.aki.gov.hu/web_public/general/home.do)
- [6] Tesztüzemi Rendszer <https://www.aki.gov.hu/tesztuzemi-rendszer>
- [7] Udovecz, G., Popp, J., Potori, N. (2009): A magyar agrárgazdaság versenyeseleyei és stratégiai dilemmái. *Gazdálkodás* 53: 2-15.
- [8] Tomcsányi, P. (1993): *A fogyasztói értékítélet és a piacos termelés*. Akadémiai székfoglaló, 1991. április 17. Akadémiai Kiadó p. 32. [http://real-eod.mtak.hu/3456/1/MTA\\_Ertekezések\\_Emlekezések\\_106\\_000811313.pdf](http://real-eod.mtak.hu/3456/1/MTA_Ertekezések_Emlekezések_106_000811313.pdf)
- [9] Csáki Cs. (2010): *Élelmiszerbiztonság. A magyar élelmiszer-gazdaság, a vidékfejlesztés és az élelmiszer-biztonság stratégiai alapjai*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest
- [10] Takácsné György, K. (2011): *A precíziós növénytermesztés közgazdasági összefüggései*, Szaktudás kiadóház, Budapest
- [11] Gaál, M., Harnos, Zs., Hufnagel, L. (2000): *Klimaváltozásról mindenkinek*, Aula Kiadó, Budapest
- [12] Szabó G. G., Baranyai, Zs, (2017): *A szövetkezés-együtműködés akadályai, feltételei, és fejlesztési lehetőségei a magyar élelmiszer-gazdaságban*, Agroinform Kiadó, Budapest
- [13] <https://szaktudas.hu/termekek+agrargazdasagtan.html>
- [14] Csaki, C., Forgacs, C. (szerk.) (2007): *Agricultural economics and transition: What was expected, what we observed, the lessons learned*. A joint IAAE-EAAE Seminar. Budapest. Proceedings. Vol. I-II. (616 pp). ISBN 978-3-938584-31-6, ISSN 1436-221X
- [15] Csaki, C., Forgacs, C., Milczarek-Andrzejewska, Wilkin, J. (Eds.) (2008): *Restructuring market relations in food and agriculture in Central and Eastern Europe: Impacts upon small farms. Regoverning markets*. Agroinform Kiadó, Budapest, p. 322.

## ÁLLATTUDOMÁNYI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

### Összefoglaló

Az állatgenetikai kutatások közül kiemelendő a gímszarvas genom projekt, valamint a Kárpát-medencében élő domesztikált (juh, ló, szarvasmarha és sertés) és vadon élő állatfajok (vaddisznó és mezei nyúl) genetikai diverzitásának felmérése. Új módszert dolgoztak ki az őshonos baromfi fajok szaporítóanyagának tárolására, ezzel kiegészítve az in situ génmegőrzést. Kiemelkedő eredmény volt három új nyúlfajta (Pannon fehér, Pannon Ka és Pannon nagytestű) kialakítása. Az állattenyésztési kutatásokhoz elsőként alkalmaztak képkötő, CT és MRI, technikákat. A haltenyésztési kutatások során genetikai markereket fejlesztettek ki számos halfaj (süllő, sebes pisztráng, ponty, afrikai harcsa, törpeharcsa, atlanti tok, angolna) fajazonosításához, származás és populációgenetikai vizsgálatához. Elsőként hoztak létre fajok közötti androgenezissel ponty ikrásból származtatható aranyhal utódokat. Új halszaporítási módszert dolgoztak ki gonadotropin-releasing hormon alkalmazásával, továbbá számos halfaj (ponty, süllő és a harcsa) spermamélyhűtési módszerét fejlesztették. Kiemelkedő eredményt értek el a balatoni angolna szaporítása során, mert először sikerült a tengervízben szaporodó angolnát édesvízben termékeny ikratermelésre készíteni. Új halszaporítási módszert fejlesztettek ki, amelynek során a spermiumokat az anyahal petefészkébe juttatják, így íváskor a gaméták együtt ürülnek. A kérődzők takarmányainak értékeléséhez új fehérjeértékelési rendszert alakítottak ki, amely alkalmas a szükséglet meghatározására. A gazdasági állatok legeltetési tartásával és takarmányozásával kapcsolatban vizsgálták a legelő növényzetének táplálóanyag tartalmát és állattartó képességét, a különböző legeltetési módok hatásait a gyepalkotók összetételére és a legeltetett állatok termelési színvonalára. Modellt dolgoztak ki a mikotoxinok hatásainak felmérésére, amellyel felmérhető azok lipidperoxidációs folyamatokra és a glutation redox rendszer működésére és a zsírsav metabolizmusra kifejtett hatása.

### Kulcsszavak

Állatjólét, állattenyésztés, balatoni angolna, biodiverzitás, citogenetika, digitális képkötő rendszerek, fajazonosítás, fajok közötti androgenezis, genetikai diverzitás, genetikai marker, gímszarvas genom projekt, gyepgazdálkodás, indukált halszaporítás, in situ génmegőrzés, metabolizálható fehérje rendszer, mikotoxinok, Pannon nyúlfajta, spermatológia.

### Citogenetikai kutatások

Szarvasmarhában az 1,29 transzlokációtól való mentesítésfolytatása mellett egy új komplex hármas transzlokációs esetet is leírtak, és egy meddő kancában 63, X0 kariotípust találtak [1]. Lámában 74, XX-sex-reversal hím álhermafrodita esetet diagnosztizáltak [2], amely az első tevéfélékben leírt kromoszóma rendellenesség volt. Kecskében XX/XY kiméra meddő gödölyéket és szarvtalan 60, XX-sex-reversal hím álhermafroditákat találtak és új módszert dolgoztak ki ezek diagnosztizálására [3].

### Spermatológiai kutatások

Az ondósejtek komplex élő-elhalt és akroszóma festésére leírt módszerüket [4], világszerte alkalmazzák. Fluoreszcens in situ hibridizációval elsőként azonosították az X-, illetve Y-kromoszómát hordozó bikaondósejteket, lehetővé téve az ivardeterminált spermák ellenőrzését [5]. Kecskében pedig elsőként írták le a Dag-defekt ondósejt-rendellenességét [6].

## **Állatgenetikai kutatások**

A Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszer tudományi és Környezetgazdálkodási Kar Állatgenetikai Laboratóriumában széleskörű kutatások folytak az állatgenetika területén. A kutatások elsődlegesen a klímaváltozás Kárpát-medencében élő domesztikált-, így például juh [7], ló [8], szarvasmarha [9], sertés [10] és vadon élő állatfajok közül a vaddisznó [11] és a mezei nyúl [12] genetikai diverzitására és biodiverzitásra gyakorolt hatásainak vizsgálatára irányultak. A kutatások nemzetközi tekintetben is kiemelkedő eredményei az állattenyésztés, a környezetvédelem és a vadgazdálkodás területén hasznosulnak.

## **Baromfi génmegőrzési kutatások**

Az őshonos magyar háziállatok génmegőrzésének fenntartására és további hasznosításuk lehetőségeire évtizedekkel ezelőtt kutatócsoportok alakultak, többek között a Haszonállat Génmegőrzési Központban és a Nyugat-Magyarországi (Széchenyi István) Egyetem Mezőgazdasági és Élelmiszer tudományi Karán, Mosonmagyaróváron [13]. A baromfitenyésztésben, az *in situ* génmegőrzés mellett, modern eljárásokkal történő szaporítóanyag tárolásra kifejlesztett módszereket dolgoztak ki, illetve adaptáltak [14]. A genetikai sokszínűség biztosítása mellett kiváló ellenálló- képességükkel szerepet kaphatnak az őshonos baromfifajok és fajták korunk nagy kihívásában, a klímaváltozás hatásainak csökkentésében, mint keresztezési partnerek, de távol-keleti országokban is javítani tudták az ott őshonos tyúkok hústermelő képességét [15, 16]. A genetikai markerek kutatása során elért eredményeik szintén jelentős szerepet játszottak az őshonos baromfifajták kutatásában [17,18].

## **Nyúltenyésztési kutatások**

A Kaposvári Egyetemen három nyúlfajtát (Pannon fehér, Pannon Ka, Pannon nagytestű) állítottak elő és nemesítenek, amelyek a hazai tenyésznyúl állomány felét teszik ki [19]. A házinyúl viselkedésével és jóllétével kapcsolatos kutatásokban a csoport a világon a legaktívabb [20, 21]. Emellett számos vizsgálatot végeztek hústermeléssel és húsminőséggel kapcsolatban is a Padovai Egyetemmel közösen [22].

## **Gímszarvas tenyésztés és gímszarvas genom program**

A Kaposvári Egyetemen kidolgozták a gímszarvasok zártrendszerű, legelőre alapozott komplex tartásrendszerét, úttörő szerepet vállalva Európában, hasznosítva az új-zélandi tapasztalatokat is. Az Egyetem Bőszenfai, 1300 hektáros szarvas farmján kiterjedt - nemzetközi érdeklődésre is számot tartó – vizsgálatok folytak takarmányozási, tartástechnológiai, szaporítás biológiai, biotechnikai, viselkedésbiológiai, agancsépítési, hústermelési és minőségi, valamint állategészségügyi kérdéskörökre kiterjedően [23]. Az 1998-ban Kaposváron megrendezett Szarvasbiológiai Világkongresszus alkalmából jelentették meg a gímszarvas anatómiai CT és MR atlaszát, amely a maga műfajában az első volt a világon [24]. A kiváló minőséget képviselő gímszarvas-állományból eddig már 12 ország vásárolt tenyészállományokat. A Kaposvári Egyetem az ELTE, a SOTE, a NAIK MBK és a Szent István Egyetem összefogásával 2018-ra a világon elsőként elkészítették a gímszarvas teljes genetikai térképét [25]. A gímszarvas genom program CerEla 1.0 néven elérhető az NCBI (USA) genom adatbázisból, NCBI, MKHE 00000000 azonosítóval.

## **Digitális képalkotó rendszerek CT és MRI állattenyésztési alkalmazásai**

A digitális keresztmetszeti képalkotó rendszerek – CT és MRI – állattenyésztési területen történő alkalmazásában, új módszerek kidolgozásában a Kaposvári Egyetem nemzetközi szinten is kiemelkedő kutatási és fejlesztési tevékenységet végzett. Vizsgálták *in vivo* a testösszetétel fajtától és életkortól függő változását sertés, tyúk, pulyka, lúd, nyúl, juh és halfajokban [26]. A CT vizsgálatok alapján szelekciós programokat végeztek különböző



értékmérő tulajdonságokra sertéssel, húscsirkével, lúddal és hústípusú nyúllal. Elsőként végeztek volumetrikus CT-re alapozott testösszetétel meghatározást sertésen [27]. Elsőként végeztek továbbá EKG vezérelt CT és MRI rendszerrel szívteljesítmény vizsgálatokat sertéssel [28] és pulykával [29], ezzel lehetővé téve az ilyen irányú szelekciót is. 1991 óta az e területen folyó vizsgálatokról összesen mintegy 700 publikációt közöltek.

### **Hal szaporodásbiológiai kutatások**

Az indukált halszaporítás új módszerét dolgozták ki szintetikus gonadotropin-releasing hormon (GnRH) analógok alkalmazásával [30]. Kidolgozták továbbá hazánk legnagyobb mennyiségben előállított halfajának, a pontynak, spermamélyhűtési módszerét, amelyet a ponty spermabank kialakítása során is felhasználtak [31]. Ragadozóhalak esetében kialakították a süllő (*Sander volgensis*) és a harcsa (*Silurus glanis*) spermamélyhűtési módszerét [32]. Kiemelkedő eredményeket értek el a balatoni angolna szaporításra történő előkészítésében újszerű biomanipulációs-biotechnológiai eljárásokkal, valamint technológiai fejlesztésekkel egy gyógykezelési és káros-anyag mentesítési eljárással. Ezt követően gonadotrop kezeléssel spontán, illetve indukált ovulációt értek el, majd a sikeres termékenyülést követően életképes lárvákat is sikerült keltetniük. Először sikerült a tengervízben szaporodó angolnát édesvízben termékeny ikratermelésre készíteni, hím ivarban pedig édesvízi ivarérelést követően spermamélyhűtés segítségével japán angolna és európai angolna hibrideket hoztak létre [33]. Olyan új halszaporítási módszert fejlesztettek ki, amellyel a spermiumok biológiai aktivitásukat megtartva hosszabb ideig, 40 óráig, „tárolhatók” hal petefészekben az indukált szaporítást megelőzően anélkül, hogy termékenyítő képességüket elvesztenék. Íváskor (ovulációkor) a gaméták együtt ürülnek és vízaktivációkor bekövetkezik a termékenyülés. A sperma katéteres petefészekbe juttatását a programozott ovuláció kiváltására alkalmazott hormonkezeléssel egyidejűleg lehet végrehajtani, amikor a szemínális plazmát a hormon vivőanyaga helyettesíti. A módszert eredményesen alkalmazták gazdaságilag jelentős édesvízi halfajok (ponty, amur, afrikai harcsa, dél-amerikai ezüstharcas, stb.) és tengervízi környezetben szaporodó halak (tengeri süllő, angolna) szaporítása során egyaránt [34,35].

### **Biotechnológiai és molekuláris genetikai eljárások alkalmazása gazdasági haszonhalaink termeléstehnológiájában**

A Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékének munkatársai genetikai markereket fejlesztettek ki több hazai és európai jelentőségű tenyésztett, védett, őshonos és invazív halfaj (süllő, sebes pisztráng, ponty, afrikai harcsa, törpeharcsa, atlanti tok, angolna) fajazonosításához, valamint származás és populációgenetikai vizsgálatához. Ennek során vizsgálták az egyes fajok genetikai hátterét, hibridizációját, illetve az azokban kimutatható antropogén hatásokat [36,37]. Egyedülálló multiplex molekuláris genetikai markerrendszert fejlesztettek az egyik legnagyobb gazdasági jelentőségű tenyésztett halfajunk, az afrikai harcsa, ivarának és tenyésztett populációinak vizsgálatára, amelyeket a faj molekuláris genetikai alapú nemesítésében kívánnak felhasználni. Elsőként hoztak létre interspecifikus (fajok közötti) androgenezissel ponty ikrásból származtatható aranyhal utódokat [38].

### **Új fehérjeértékelési rendszer kidolgozása kérődzők takarmányozásában**

A kérődzők takarmányozásában 1999. január 1-től hazánkban egy új, az ún. metabolizálható fehérje értékelési rendszert vezettek be, amelyet a Schmidt János professzor vezetésével dolgozó munkacsoport alakított ki. Ezzel a rendszerrel pontosabban jellemezhetjük és adhatjuk meg a kérődző takarmányok fehérjetartalmát, illetve az állatok fehérje szükségletét. A rendszer alkalmazásával lehetővé vált a külföldi rendszerekkel való összehasonlítás is, mert mindegyik rendszer a vékonybélben rendelkezésre álló aminosavak, amelyek a bendőben képződött mikrobiális és a bendőben lebontatlan takarmányfehérjéből származnak, mennyiségének és felszívódásának mérésén alapul [39].

### **Takarmány-toxikológiai kutatások**

A Szent István Egyetem Takarmányozástani Tanszékén folyó takarmány-toxikológiai kutatások a szelén toxicitásának felmérésére [40], majd a *Fusarium* penészek által termelt mikotoxinok hatásainak leírására terjedtek ki egyes baromfi fajok [41] és a ponty [42] lipidperoxidációs folyamataira és a glutation redox rendszerre. Az MTA-KE-SZIE Mikotoxinok az élelmiszerláncban kutatócsoport keretében vizsgálataikat kiterjesztették multi-mikotoxin terheléses modellekre [43], valamint a zsírsav metabolizmusra is [44]. Újszerű modell rendszert alakítottak ki az *Aspergillus* penészek által termelt aflatoxin B1 [45] hatásának a glutation redox rendszer egyes elemeit kódoló gének expressziójának változásának vizsgálatához.

### **Gyepgazdálkodási kutatások**

A hazai gyepalkotó növények újszerű, takarmányérték-alapú, csoportosítási rendszerét a Szent István Egyetemen alakították ki [46]. Felmérték a legeltetési módok hatásait a gyepalkotók összetételére, a hasznosítható és hasznosult gyeptermés mennyiségére, valamint a legeltetett állatok termelési színvonalára [47]. Új megállapításokat tettek a legeltetésnek a tejösszetételre gyakorolt kedvező hatásairól [48].

### **Állattenyésztés technológiával és állatjólléttel kapcsolatos kutatások**

A Szent István Egyetemen az állattenyésztés technológiával, állatjólléttel kapcsolatos kutatások, fejlesztések is folytak. Ennek keretében eredmények születtek a tejhasznú borjak tartásában alkalmazható hőstressz-csökkentő nem invazív vizsgálati módszerekkel kapcsolatban [49], valamint igazolták a karusszeles fejőtermi fejés állatjólléti előnyeit [50].

## Hivatkozások

- [1] Ducos, A., Revay T., Kovacs A., Hidas A., Pinton, A., Bonnet-Garnier, A., Molteni, L., Slota, E., Switonski, M., Arruga, V., van Haeringen, W.A., Nicolae, I., Chaves, R., Guides-Pinto, H., Andersson, M., Iannuzzi, L. (2008): Cytogenetic screening of livestock populations in Europe: an overview. *Cytogen. Genome Res.* 120: 26-41.
- [2] Wilker, C.E., Meyers-Wallen, V.N., Schlafer, D.H., Dykes, N.L., Kovács A., Ball, B.A. (1994): XX sex reversal in a llama. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 204: 112-115.
- [3] Fábrián R., Kovács A., Stéger V., Frank K., Egerszegi I., Oláh J., Bodó Sz. (2017): X- and Y-specific variants of the amelogenin gene allow non-invasive sex diagnosis for the detection of pseudohermaphrodite goats. *Acta Vet. Hung.* 65: 500-504.
- [4] Kovács A., Foote, R.H. (1992): Viability and acrosome staining of bull, boar and rabbit spermatozoa. *Biotech. Histochem.* 67: 119-121.
- [5] Hassanane, M., Kovács A., Laurent, P., Lindblad, K., Gustavsson, I. (1999): Simultaneous detection of X- and Y-bearing bull spermatozoa by double colour fluorescence in situ hybridization. *Mol. Reprod. Develop.* 53: 407-412.
- [6] Molnár A., Sarlós P., Fáncsi G., Rátky J., Nagy Sz., Kovács A. (2001): A sperm tail defect associated with infertility in a goat – a case report. *Acta Vet. Hung.* 49: 341-348.
- [7] Kusza, Sz., Ivankovic, A., Ramljak, J., Nagy, I., Jávora, A., Kukovics, S. (2011): Genetic structure of Tsigai, Ruda, Pramenka and other local sheep in Southern and Eastern Europe. *Small Rum. Res.* 99: 130-134.
- [8] Kusza, Sz., Priskin, K., Ivankovic, A., Jedrzejewska, B., Podgorski, T., Jávora, A., Mihók, S. (2013): Genetic characterisation and population bottleneck in the Hucul horse based on microsatellite and mitochondrial data. *Biol. J. Linnean Soc.* 109: 54-65.
- [9] Ilie, D.E., Cean, A., Ciszter, L.T., Gavojdian, D., Ivan, A., Kusza, Sz. (2015): Microsatellite and mitochondrial DNA study of native Eastern European cattle populations: The case of the Romanian Grey. *PLoS One* 10: e0138736. DOI:10.1371/journal.pone.0138736
- [10] Iacolina, L., Pertoldi, C., Amills, M., Kusza, Sz., Megens, HJ, Balteanu, VA, Bakan, J, Cubrik-Curic, V, Oja, R, Saarma, U, Scandura, M, Sprem, N, Stronen, A.V. (2018): Hotspots of recent hybridization between pigs and wild boars in Europe. *Scientific Reports* 8: Article number: 17372. DOI: 10.1038/s41598-018-35865-8
- [11] Khederzadeh, S., Kusza, Sz., Huang, C.P., Markov, N., Scandura, M., Babaev, E., Amills, M., Šprem, N., Seryodkin, I.V., Esmailzadeh, A., Xie, H.B., Zhang, Y.P. (2019): Maternal genomic variability of the wild boar (*Sus scrofa*) in West-Russia, Europe and North-Africa reveals the uniqueness of East-Caucasian (Dagestania) population. *Ecol. Evol.* 9: 9467–9478.
- [12] Ashrafzadeh, M.R., Djan, M., Szendrei, L., Paulauskas, A., Scandura, M., Bagi, Z., Ilie, D.E., Kerdikoshvili, N., Marek, P., Soós, N., Kusza, Sz. (2018): Large-scale mitochondrial DNA analysis reveals new light on phylogeography of Central and Eastern-European Brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778). *PLoS One* 13: e0204653. DOI: 10.1371/journal.pone.0204653
- [13] Szalay, I.T., Lan, Phuong T.N., Barta, I., Kovács, J.N., Dong, Xuan K.D.T., Bódi, L., Mihók, S., Benk, A., Kovácsné Gaál, K. (2016): Evaluating the trends of population data, effective population size and inbreeding rate as conservation indices of old Hungarian poultry breeds between 2000 and 2015. *Eur. Poult. Sci.* 80. DOI: 10.1399/eps.2016.132

- [14] Váradi, É., Végi, B., Liptói, K., Barna, J. (2013): Methods for cryopreservation of guinea fowl sperm. *PLoS One* 8 : e62759. DOI: 10.1371/journal.pone.0062759
- [15] Szalay, I.T., Lan, Phuong T.N., Barta, I., Bódi, L., Emódi, A., Szentes, K.A., Dong, Xuan K.D.T. (2016): Conservation aspects of meat producing ability and heterosis in crosses of two natively different local Hungarian chicken breeds. *Int. J. Poult. Sci.* 15: 442-447.
- [16] Dong, Xuan K.D.T., Lan, Phuong T.N., Tien, P.D., Thu, P.T.M., Khiem, N.Q., Nhung, D.T., Muoi, N.T., Oanh, N.T.K., Thanh, P.T.K., Szalay, I.T. (2017): In situ and ex situ assessment of a native Hungarian chicken breed for its potential conservation and adaptation in the subtropics. *Anim. Prod. Sci.* 57: 975-980.
- [17] Bodzsár, N, Eding, H, Révay, T, Hidas, A, Weigend, S. (2009): Genetic diversity of Hungarian indigenous chicken breeds based on microsatellite markers. *Anim. Genet.* 40: 516-523.
- [18] Tempfli, K., Konrád, Sz., Kovácsné Gaál, K., Pongrácz, L., Bali Papp, Á. (2015): Prolactin, dopamine receptor D1 and Spot14 $\alpha$  polymorphisms affect production traits of Hungarian Yellow hens. *Livest. Sci.* 174: 26-30.
- [19] Matics, Zs., Nagy, I., Gerencsér, Zs., Radnai, I., Gyovai, P., Donkó, T., Dalle Zotte, A., Curik, I., Szendrő, Zs. (2014): Pannon breeding program in rabbit at Kaposvár University. *World Rabbit Sci.* 22: 287-300.
- [20] Szendrő, Zs., Dalle Zotte, A. (2011): Effect of housing conditions on production and behaviour of growing meat rabbits: A review. *Livest. Sci.* 137: 296-303.
- [21] Szendrő, Zs, McNitt, J.I., Matics, Zs., Mikó, A., Gerencsér, Zs. (2016): Alternative and enriched housing systems for breeding does: A review. *World Rabbit Sci.* 24: 1-14.
- [22] Dalle Zotte, A., Szendrő, Zs. (2011): The role of rabbit meat as functional food. *Meat Sci.* 88: 319-331.
- [23] Horn, P. (2004): A gímszarvas, mint új állattenyésztési ágazat: Az első háziásított emlős faj ötezer év óta. *Magyar Tudomány* 50:453-460.
- [24] Horn P. ed. (1998): *Cross-sectional CT and MR anatomy atlas of red deer*. Kaposvár, 139 pp. ISBN 963-9096-24-5
- [25] Bana, Á.N., Nyiri, A., Nagy, J., Frank, K., Nagy, T., Stéger, V., Schiller, M., Lakatos, P., Sugár, L., Horn, P., Barta, E., Orosz, L. (2018): The red deer *Cervus elaphus* genome CerEla1.0: sequencing, annotating, genes, and chromosomes. *Mol. Genet. Genomics* 293: 665-684.
- [26] Horn, P., Romvári, R. (2005): A képző eljárások fejlődése és jelentősége a XXI. század állattenyésztésében. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 54: 401-415.
- [27] Horn, P., Kövér, Gy., Repa, I., Berényi, E., Kovách, G. (1997): The use of spiral CAT for volumetric estimation of body composition of pigs. *Arch. Tierzucht* 40: 445-450.
- [28] Petrási, Z., Romvári, R., Bajzik, G., Repa, I., Horn, P. (2003): Examination of the heart capacity, of meat and fat type pigs by means of ECG-gated dynamic magnetic resonance imaging and computerized tomography. *Livest. Prod. Sci.* 83: 113-120.
- [29] Romvári, R., Petrási, Zs., Sütő, Z., Szabó, A., Andrassy-Baka, G., Garamvölgyi, R., Horn, P. (2004): Non-invasive characterization of the turkey heart Performance and its relationship to skeletal muscle volume. *Poult. Sci.* 83: 696-700.
- [30] Horváth, L., Szabó, T., Burke, J. (1997): Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in four cyprinid species. *Polish Arch. Hydrobiol.* 44: 219-224.

- [31] Bernáth, G., Żarski, D., Kása, E., Staszny, Á., Várkonyi, L., Kollár, T., Hegyi, Á., Bokor, Z., Urbányi, B., Horváth, Á. (2016): Improvement of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm cryopreservation using a programable freezer. *Gen. Comp. Endocrinol.* 237: 78–88.
- [32] Bokor, Z., Bernáth, G., Várkonyi, L., Molnár, J., Láng, Z.L., Tarnai-Király, Z., Solymosi, E., Urbányi, B. (2019): The applicability of large-scale sperm cryopreservation in wels catfish (*Silurus glanis*) optimized for hatchery practice. *Aquaculture* 506: 337–340.
- [33] Müller, T., Horváth, Á., Takahashi, E., Kolics, B., Decsi, K., Bakos, K., Kovács, B., Taller, J., Bercsényi, M., Horváth, L., Urbányi, B., Adachi, S., Katsutoshi, A., Yamaha E. (2012): Artificial hybridization of Japanese and European eel (*Anguilla japonica* × *A. anguilla*) by using cryopreserved sperm from freshwater reared males. *Aquaculture* 350-353: 130-133.
- [34] Müller, T., Horváth, L., Szabó, T., Ittész, I., Bognár, A., Faidt, P., Ittész, A., Urbányi, B., Kucska, B. (2018): Novel method for induced propagation of fish: sperm injection in oviducts and ovary/ovarian lavage with sperm. *Aquaculture* 482: 124-129.
- [35] Müller, T., Kucska, B., Horváth, L., Ittész, A., Urbányi, B., Blake, C., Guti, Cs., Csorbai, B., Kovács, B., Szabó, T. (2018): Successful, induced propagation of African catfish (*Clarias gariepinus*) by ovarian lavage with sperm and hormone mixture. *Aquaculture* 485: 197-200.
- [36] Horváth, A., Hoitsy, G., Kovács, B., Sipos, D.K., Ósz, A., Bogátaj, K., Urbányi, B. (2014): The effect of domestication on a brown trout (*Salmo trutta m. fario*) broodstock in Hungary. *Aquacult. Internat.* 22: 5-11.
- [37] Bártfai, R., Egedi, S., Yue, G.H., Kovács, B., Urbányi, B., Tamás, G., Horváth, L., Orbán, L. (2003): Genetic analysis of two common carp broodstocks by RAPD and microsatellite markers. *Aquaculture* 219: 157-167.
- [38] Bercsényi, M., Magyary, I., Urbányi, B., Orbán, L., Horváth, L. (1998): Hatching out goldfish from common carp eggs: Interspecific androgenesis between two cyprinid species. *Genome* 41: 573-579.
- [39] Schmidt, J., Várhegyi, J.-né, Várhegyi, J., Túriné Cenkvari, É. (2000): *A kérődzők takarmányainak energia- és fehérjeértékelése*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- [40] Mézes, M., Sályi, G. (1994): Effect of acute selenium toxicosis on the lipid peroxide status and the glutathione system of broiler chickens. *Acta Vet. Hung.* 42:459-463.
- [41] Mézes, M., Barta, M., Nagy, G. (1999): Comparative investigation on the effect of T-2 mycotoxin on lipid peroxidation and antioxidant status in different poultry species. *Res. Vet. Sci.* 66: 19-23.
- [42] Pelyhe, Cs., Kövesi, B., Zándoki, E., Kovács, B., Szabó-Fodor, J., Mézes, M., Balogh, K. (2016): Effect of 4-week feeding of deoxynivalenol or T-2-toxin-contaminated diet on lipid peroxidation and glutathione redox system in the hepatopancreas of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Mycotoxin Res.* 32:77–83.
- [43] Pelyhe, Cs., Kövesi, B., Zándoki, E., Kovács, B., Erdélyi, M., Kulcsár, Sz., Mézes, M., Balogh, K. (2018): Multi-trichothecene mycotoxin exposure activates glutathione-redox system in broiler chicken. *Toxicon* 153: 53-57.
- [44] Szabó, A., Fébel, H., Ali, O., Kovács, M. (2019): Fumonisin B<sub>1</sub> induced compositional modifications of the renal and hepatic membrane lipids in rats – Dose and exposure time dependence. *Food Addit. Contam. - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment* 36: 1722-1739.

- [45] Kövesi, B., Pelyhe, Cs., Zándoki, E., Mézes, M., Balogh, K. (2018): Changes of lipid peroxidation and glutathione redox system, and expression of glutathione peroxidase regulatory genes as effect of short-term aflatoxin B1 exposure in common carp. *Toxicon* 144: 103-108.
- [46] Opitz von Boberfeld, W., Banzhaf, K., Hrabe, F., Skladanka, J., Kozłowski, S., Golinski, P., L, Szemán L., Tasi J. (2006): Effect of different agronomical measures on yield and quality of autumn saved herbage during winter grazing – 2<sup>nd</sup> communication: Crude protein, energy and ergosterol concentration. *Czech J. Anim. Sci.* 51: 271-277.
- [47] Póti, P., Pajor, F., Tőzsér, J. (2012): Legeltetési és anyajuh használati módok hatása az anyajuhok néhány termelési tulajdonságára. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 61: 279-284.
- [48] Pajor, F., Galló, O., Steiber, O., Tasi, J., Póti, P. (2009): The effect of grazing on the composition of conjugated linoleic acid isomers and other fatty acids of milk and cheese in goats. *J. Anim. Feed Sci.* 18: 429-439.
- [49] Kovács L, Kézér FL, Póti P, Boros N, Nagy K. (2020): Short communication: Upper critical temperature–humidity index for dairy calves based on physiological stress parameters. *J. Dairy Sci.* 103:2707–2710.
- [50] Kovács L, Kézér FL, Póti P, Jurkovich V, Szenci O, Nagy K. (2019): Short communication: Heart rate variability, step and rumination behavior of dairy cows milked in a rotary milking system. *J. Dairy Sci.* 102:5525–5529.

## ÁLLATORVOS-TUDOMÁNYI BIZOTTSÁG

### Összefoglaló

Állatorvostudományunk műhelyei az elmúlt 100 évben az egykori Állatorvosi Főiskolából, elsősorban annak Járványtani Tanszékéből nőttek ki és a máig érvényes szakmai igények alapján fejlődtek önálló vizsgálóintézetekké (ma: a NEBIH Igazgatóságai) ill. kutató intézeté (ma: ELKH, ATK, Állatorvos-tudományi Intézet). Jelen összeállításunk feladata, az elmúlt 30 év kiemelt kutatási eredményeinek ezen tudományos műhelyekre és publikációikra való utalással hitelesített, szemelvényyszerű bemutatása.

*Az Állatorvostudományi Egyetem: morfológiai, élettani, kórélettani, gyógyszeres és klinikai kutatásai:* az átfogó orvosi, biológiai szemléletű oktatás, és a gyakorlat által fölvetett megoldandó kérdések alapján, kiterjedtek pl. az emlős neurohormonális egyensúly fenntartásának hypothalamus általi szabályozására, a csökkent táplálék-bevitel okozta szinaptikus változásokra, neuron specifikus serkentő jelátviteli utakra és egyes endokrin diszruptorok káros hatására. A haszonállatok reprodukciós és emésztés élettani/kórélettani kutatásai egyes stresszorok, humorális, takarmányozási és mikotoxikus, valamint probiotikus faktorok addig ismeretlen szerepére mutattak rá.

*Az ELKH, ATK Állatorvos-tudományi Intézete, az egyetemi Járványtani, ill. Parazitológiai Tanszékkel és NÉBIH Igazgatóságokkal egyetemben, a fertőző betegségek, zoonózisok területén ért el nemzetközileg kiemelkedő eredményeket, melyekre itt az egyes kórokozó csoportok megjelölésével tudunk utalni. Vírusok-, baktériumok-, és parazitákra irányuló kutatások jellemzője volt a megelőzés és újonnan megjelenő kórokozók korai és gyors kimutatása, molekuláris és filogenetikai analízise, ellenük hatékony specifikus vakcinák kidolgozása: pl. baromfipestis, sertéspestis, adeno-, korona-, herpesz-, parvo-, reo-, rotavírusok és mikoplazmák, mikobaktériumok, enterális- és légúti kórokozók valamint antibiotikum rezisztencia gének szerepe. Új kórokozók és fajok, s új vektorok felfedezése a parazitológiai kutatások eredményességét jellemezte.*

### Kulcsszavak

Neurobiológia, neurohormonális egyensúly, belgyógyászat, endokrinológia, gyógyszeres, mikotoxin, citotoxin, probiotikum, zoonózis, virológia, vírusrendszertan, bakteriológia, bakteriofágok, parazitológia, Mycoplasma, Myxozoa, mikrobiológia, metagenomika, genom-szekvencia, filogenetikai analízis, citokin-válasz, vakcinológia, molekuláris járványtan, génexpresszió, antibiotikum rezisztencia, vektorok, szaporodásbiológia, neonatológia, patológia, élelmiszer-biztonság.

### Állatorvostudományi Egyetem

*Az Anatómiai és Szöveti Tanszék* elsőként írta le a vasoactív intestinalis polipeptid moduláris megoszlását a rágsáló Barrel-kéregben [1] és a ghrelin centrális szerepét a hypothalamikus energia homeosztázis szabályozásában [2]. Feltárták a csökkentett táplálék-bevitel során kialakuló központi idegrendszeri szinaptikus változásokat [3]. Megállapították, hogy az emlős frontális kérgi piramis sejtek kóros szinaptikus sejtvezérlés szabályozása skizofréniahoz hasonló tünetegyüttest eredményez, továbbá felfedezték, hogy az autizmus bizonyos tüneteinek hátterében jelentősen módosult prefrontális kérgi idegsejt-kapcsolatok

húzódnak meg. Meghatározták a kutyák testtömege és az extrakraniális cerebrospinalis folyadék-térfogat közötti összefüggéseket [4].

A *Belgyógyászati Tanszéken* validálták a lovak hátulsó tüdőhatárának meghatározását, és megállapították a lovak szívének fiziológiás mérési paramétereit [5-8].

Az *Élelmiszer-higiéniai Tanszék* főként a redoxpotenciál alapú, nemzetközi elsőbbséget is jelentő, bakteriológiai gyors diagnosztikai módszerek fejlesztésében játszott szerepet [9].

Az *Élettani és Biokémiai Tanszék* a neuro-immuno-endokrin rendszer hipotalamikus szabályozását kutatva, az endokrin diszruptorok szerepének illetően megállapították a kámfor, a zearalenon és a biszfenol fejlődő idegrendszerre gyakorolt káros hatását [10].

Elsőként készítettek primer sejtenyészetet kérődzők gasztrointesztinális hámból [11,12]. Csirke és sertés eredetű primer hepatikus 2D és 3D sejtmodelleket fejlesztettek ki a gyulladáso- és stresszválasz folyamatainak molekuláris vizsgálatára [13-14].

A *Gyógyszertani és Méregtani Tanszéken* antibiotikumok és parazitaellenes szerek hatékonyságát, ártalmatlanságát és farmakokinetikáját [15] vizsgálták háziállatokban, és reziduum vizsgálatokat végeztek gazdasági haszonállatokban. Tanulmányozták az antibiotikum-alternatívák [16], így probiotikumok [17, 18], prebiotikumok, polifenolok [19] illóolajok és egyéb anyagok kedvező élettani hatásait [20]. Antibiotikumokkal kapcsolatos szinergizmus-kutatásokat végeztek, biofilm ellenes anyagokkal [21]. A tanszéki kutatások között szerepel még gyógyszerjelölt vegyületek, mint amatriptáz/TMPRSS2 gátlók [22, 23] citotoxikus hatásainak vizsgálata, valamint gyógyszer interakciós potenciáljuk meghatározása humán és állati eredetű bélhám- és májsejteken.

A *Járványtani és Mikrobiológiai Tanszéken* a *Mannheimia haemolytica* és az *Actinobacillus pleuropneumoniae* új szerotípusait [24], a *Rhodococcus equi* új plazmidtípusait írták le [25], először igazolták a kecske *Histophilus ovis* hordozását [26] és a *Francisella tularensis* törzsek földrajzi különbségeit [27]. Először írták le lineage 2 nyugat-nílusi vírus Afrikán kívüli megjelenését [28], igazolták a hazai háziméh állományok vírusfertőzöttségét [29] és a hepatitis E vírus előfordulását [30]. Parvovírusok [31], circovírusok [32] és sertés epidémiás hasmenésének vírusa [33] esetében bizonyították az immunrendszer hatására kialakuló genetikai változásokat.

A *Parazitológiai és Állattani Tanszéken* két új kullancsfajt fedeztek fel [34, 35]. Kimutatták, hogy a rovarévó énekesmadarak vérében a táplálékukból származó ízeltlábú vedlési hormonok akár magas szintet is elérhetnek, és ez kedvezőtlenül hathat a rajtuk vért szívó kullancsokra. Nemzetközileg elsőként végeztek immunológiai vizsgálatokat, melyek szerint a pettyes húslégy (*Wohlfahrtia magnifica*) lárváival szemben kimutatható ellenanyag termelődik a juhokban [36].

A *Patológiai Tanszéken* fertőzések kísérletekben összehasonlították egyes fertőző bronchitis vírus törzsek patogenitását csirkékben [37]. Sertésben részletesen jellemezték a PRRS-vírus hazai törzseit, továbbá széles körű nemzetközi együttműködés keretében feltérképezték a vírus genetikai változékonyságát, evolúciós viszonyait és eredetét [38, 39]. Elsőként írták le az atipikus sertéspestis vírus jelenlétét hazánkban [40]. A kutyában szopornyicavírus magyarországi elterjedtségét és filogenetikai viszonyait elemezték [41]. Immunhisztokémiai módszerekkel részletes claudin-expressziós vizsgálatokat végeztek kutyák egészséges és daganatos szöveteiben [42].



## **MTA-SZIE Nagyállatklinikai Kutatócsoport (2013-2019)**

Az *MTA-SZIE Nagyállatklinikai Kutatócsoport* az állatorvosi szülészeti és neonatológia [43-45], az állatjóllét, a stressz- és viselkedés-élettan [46-48], illetve a sportélettan [49] területein végeztek kutatásokat. Eredményeik megeremítették a hazai viselkedés- és sportélettani, valamint a neonatológiai kutatások alapját.

## **ELKH, ATK Állatorvos-tudományi Intézet**

A *Molekuláris virológiai* témacsoport honosította meg állatorvosi területen a filogenetikai vizsgálatokat [50, 51] és ezek alapján az *Adenoviridae* család rendszertanát gyökeresen megújították [52, 53]. Kezdeményezték a PCR módszer bevezetését az állatorvosi diagnosztikába [54, 55]. Denevérekben és ősi gerincesekben előforduló, új adeno-, cirko-, herpesz-, parvo- és polyomavírus fajokat fedeztek fel, melyek sokféleségét és evolúcióját vizsgálják [56-58].

A 2011-ben alakult '*Új Kórokozók*' *Lendület Kutatócsoport tagjai* vírus metagenomikai módszereket vezettek be, amelyek segítségével számos új vírusfajt leírtak [59-61]. Egyes vírusok kimutatására esetenként diagnosztikai módszereket is fejlesztettek [62, 63]. Ekkor fordult figyelmük a vírusfertőzések genomi epidemiológiájának vizsgálata felé, melyet egyes humán kórokozók (rotavírus) [64, 65] és gazdasági haszonállatok kórokozói (kéknyelv vírus, influenzavírus, reovírus) [66-68] esetében végeztek genom-szekvenáláson alapuló molekuláris epidemiológiai vizsgálatokkal, a kérdéses vírusok elleni védekezést támogatva.

*Funkcionális Virologia* munkacsoport vezetője elsőként jellemezte a ludak Derzsy-betegségét okozó parvovírus genomját [69], új vírusfehérjét (SAT p)[70] és virális enzimet fedezve fel (sPLA2)[71] a parvovírusokban. A nidovírusok közül a sertés állományokban nagy gazdasági kárt okozó PRRS vírus hazai variánsainak genetikai változékonyságát [72] és a macskák FIPV koronavírus gazdasejt tropizmusát [73] vizsgálva új módszereket fejlesztettek ki. Legújabbban az afrikai sertéspestis elleni vakcina fejlesztését célzó EU programban (VACDIVA) az ASF vírus és gazdasejt kapcsolat transzkripciós szintű megértésében értek el új eredményeket.

A 2006-ig működő *Lomniczi csoport* tárgyidőszakban végzett kutatásai eredményeként többek között különböző kontinensekről származó és az 1930-as évekig visszanyúló, világ- és regionális járványokat reprezentáló több száz törzs és génbanki genomszekvenciák filogenetikai elemzése alapján tucatnyi genotípust állított fel, melyek segítségével számos XX. századi járvány földrajzi eredete, terjedése, előfordulási kombinációi (járványok szuperpozíciói) és evolúciós élettartama vált felderíthetővé [74-77].

Az *Enterális bakteriológiai és élelmiszer eredetű zoonózisok témacsoportja* főként a zoonótikus és gazda specifikus *E. coli* és *Salmonella* baktériumok virulenciáját, kórfejlődésének [78, 79] antibiotikum rezisztenciáját [80] és a baromfi citokin választását [79] meghatározó genetikai sajátságokat, teljes genom szekvencia- és génexpressziós szinten vizsgálva, számos új megállapítást tett a kórokozó és multirezisztens törzsek molekuláris járványtanáról [81] új toxikus és adhéziós virulencia faktorairól [78, 82]. Továbbá, új pathotípusú törzseket [83], rezisztencia-, és virulencia plazmidokat, -géneket [81], virulencia faktorokat kódoló konvertáló profágokat (84, 85) és új litikus fágokat azonosítottak [86]. Új élő orális *Salmonella* és *E. coli* vakcina törzseket állítottak elő és szabadalmaztattak [87].

A *Légzőszervi bakteriológiai témacsoport* a sertés torzító orrgyulladását vizsgálva, a betegség kóroktanával (bakteriális toxinok szerepe) és kórfejlődésével (CT vizsgálatok) kapcsolatosan tett jelentős megfigyeléseket [88, 89], valamint a kóroktanban szereplő fertőző ágens (*Bordetella* és *Pasteurella*) biológiai tulajdonságainak (tipizálás, virulencia tényezők, gazdafajlagosság, filogenetikai elemzések) vizsgálatával új, molekuláris járványtani összefüggéseket állapított meg [90, 91]. Legutóbb egy új fajt is azonosítottak.

*A Lendület Zoonotikus Bakteriológia és Mycoplasmatológia Kutatócsoport* 2012-ben alakult, a nevében is jelzett zoonotikus baktériumok (*Francisella*, *Brucella*, *Coxiella*, *Bacillus anthracis*, stb.), *Mycoplasma* fajok és az általuk okozott megbetegedések [92] vizsgálatára. Kutatásaik során molekuláris és immunológiai diagnosztikai módszereket fejlesztettek [93], járványtani vizsgálatokat végeztek [94], tanulmányozták az antibiotikum rezisztencia genetikai hátterét és a rezisztencia kialakulás csökkentésének a lehetőségeit [95], valamint vakcinafejlesztéssel is foglalkoztak.

*A Halparazitológia és halkórtan témacsoportok* nyálkaspórások [96], kokcidiumok [97] és az angolna anguillicolózisának [98, 99] kutatása terén értek el kiemelkedő eredményeket, miközben több mint 60 új Myxozoa fajt írtak le. Több faj esetében a teljes fejlődési ciklust is tisztázták [100]. Nemzetközileg is elsők között végeztek molekuláris vizsgálatokat azonosításukra és gazdafajlagosságuk jellemzésére [96, 101-103]. Leírtak több mint 50, részben molekuláris technikával elemezett új hal-kokcidium fajt [97]. Elsőként vizsgálták hazai halaink méhely élősködőit molekuláris módszerekkel [104]. Molekuláris és epidemiológiai eredményekkel járultak hozzá a hazai bakteriális (*Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Chlamydia*) halbetegségek elterjedésének vizsgálatához [105].

**NÉBIH Állat-egészségügyi Diagnosztikai-, és az Állatgyógyászati Termékek Igazgatóságai (ÁDI és ÁTI)**, együttműködve az Állatorvostudományi Egyetem Járványtani és Mikrobiológiai Tanszékével, valamint az ELKH ATK Állatorvos-tudományi Intézetével a fertőző betegségek és a mikotoxikózisok oktanának tisztázásában a betegségek megelőzésében értek el új eredményeket.

*A vírusok okozta fertőző betegségek* vizsgálata során számos új vírust azonosítottak, elemeztek és hívták fel kártételükre a figyelmet. Ezen kórokozók sorába tartoznak többek között a madárinfluenza vírusok [106], a sertés reprodukciós zavarokkal és légzőszervi tünetekkel járó szindrómáját (PRRS) okozó vírus [107], a sertés circovírusok [108], a lúdfélék parvovírusai [109], a szarvasmarha új típusú adenovírusai [110], a BVD vírus 1-es genotípusa [111], a lóarteritis vírusa [112], a lúd polyomavírus [113], valamint a circovírus és a nyugat-nílusi láz vírusa [114], a macska koronavírus [115], az ebek, rókák, denevérek veszettség vírusai [116], a nyulak vérzéses betegségét okozó *calicivirus* [117] valamint az őzek fibropapillomatosisát okozó vírus [118].

*A baktériumok és mycoplasmák okozta betegségek* területén a *Mycobacterium avium*, valamint a nem tuberkulotikus mycobactériumok [119, 120], a szarvasmarhák és egyes baromfifajok különböző típusú mycoplasmái [121], valamint a vízibaromfi intesztinális spirochetosisainak [122] korai diagnosztikájában, első hazai felismerésében jutottak új eredményekre.

*Parazitológiai kutatásaik* során elsőként írtak le a kutya onchocercosist Európában és bizonyították, hogy nem alkalmi megtelepedésről, hanem egy önálló kutya parazitózisról van szó [123]. Számos parazitafaj (pl. *Echinococcus*, *Trichinella*) [124-126], ill. vektor-terjesztette kórokozó (pl. egyes *Anaplasma*, *Babesia*, *Rickettsia*, *Dirofilaria* fajok) [125] előfordulását állapították meg elsőként hazánkban.

*A vakcinológiai munkáiban a NÉBIH Állatgyógyászati Termékek Igazgatóságának* a lúd polyomavírus- [127, 128], nyúl myxomatózis vírus [129] kutatásokban volt kiemelt szerepe. Új megállapításokat tettek a különböző vírus vakcinák ellenőrzése [130-133] és a klasszikus sertéspestis (CSF) elleni marker vakcina hatékonyságának [134] vizsgálata terén is.

**A NÉBIH-ÁDI jogelődjénél (OÁI) a takarmány eredetű mikotoxikózisok** területén a Fuzárium toxinokra (T2, DON fumonizin) való elsődleges figyelem felhívás és ezek állategészségügyi kihatásainak tanulmányozása vezetett kiemelkedő tudományos eredményekre [135-137].

A későbbiekben e téren a Kaposvári Egyetem kutatócsoportja (MTA-KE) ért el nemzetközileg kiemelkedő eredményeket.

**MTA-KE Mikotoxinok az Élelmiszerláncban kutatócsoport** (2012-) meghatározta a fumonizin B1 NOAEL értékét sertésben, non invazív képalkotó eljárások (CT, MRI) alkalmazásával feltárta a dózistól és az expozíciós időtől függő élettani és morfológiai elváltozásokat [138], kimutatta a toxin felszívódásának, metabolizmusának, akkumulációjának és eliminációjának módját és mértékét sertésben [139], valamint más Fusarium toxinokkal való kölcsönhatását [140].

## Hivatkozások

- [1] Hajós, F., Zilles, K., Zsarnovszky, A., Sótónyi, P., Gallatz, K., Schleicher, A. (1998): Modular distribution of vasoactive intestinal polypeptide in the rat barrel cortex: changes induced by neonatal removal of vibrissae. *Neuroscience* 85: 45-52.
- [2] Cowley, M.A., Smith, R.G., Diano, S., Tschöp, M., Pronchuk, N., Grove, K.L., Strasburger, C.J., Bidlingmaier, M., Esterman, M., Heiman, M.L., Garcia-Segura, L.M., Nillni, E.A., Mendez, P., Low, M.J., Sótónyi, P., Friedman, J.M., Liu, H., Pinto, S., Colmers, W.F., Cone, R.D., Horvath, T.L. (2003): The distribution and mechanism of action of ghrelin in the CNS demonstrates a novel hypothalamic circuit regulating energy homeostasis. *Neuron* 37: 649-661.
- [3] Kovács, E.G., Szalay, F., Rácz, B., Halasy, K., (2007): Chronic fasting-induced changes of neuropeptide Y immunoreactivity in the lateral septum of intact and ovariectomized female rats. *Brain Res.* 1153:103-110.
- [4] Reinitz, L.Z., Bajzik, G., Garamvölgyi, R., Petneházy Ö., Lassó A., Abonyi-Tóth, Z., Lőrincz B., Sótónyi P. (2015): Comparison between magnetic resonance imaging estimates of extracranial cerebrospinal fluid volume and physical measurements in healthy dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound* 56: 658-665.
- [5] Bakos, Z., Vörös, K. (2007): Thoracic percussion to determine the caudal lung border in healthy horses. *J. Vet. Int. Med.* 21: 504-507.
- [6] Vörös, K., Holmes, J.R., Gibbs, Ch. (1990): Anatomical validation of two-dimensional echocardiography in the horse. *Equine Vet. J.* 22: 392-397.
- [7] Vörös, K., Holmes, J.R., Gibbs, Ch. (1990): Left ventricular volume determination in the horse by two-dimensional echocardiography: an in vitro study. *Equine Vet. J.* 22: 398-402.
- [8] Vörös, K., Holmes, J.R., Gibbs, Ch. (1991): Measurement of cardiac dimensions with two-dimensional echocardiography in the living horse. *Equine Vet. J.* 23: 461-465.
- [9] Reichart, O., Szakmár, K., Jozwiak, A., Felföldi, J., Baranyai, L. (2007): Redoxpotential measurement as a rapid method for microbiological testing and its validation for coliform determination. *Int. J. Food Microbiol.* 114: 143-148.
- [10] Jócsák, G., Ioja, E., Kiss, D.S., Tóth, I., Bárány, Z., Bartha, T., Frenyó, L.V., Zsarnovszky, A. (2019): Endocrine disruptors induced distinct expression of thyroid and estrogen receptors in rat versus mouse primary cerebellar cell cultures. *Brain Sci.* 9: 359.
- [11] Gálfi, P., Gabel, G. and Martens, H. (1993): Influences of extracellular matrix components on the growth and differentiation of ruminal epithelial cells in primary culture. *Res. Vet. Sci.* 54: 102-109.
- [12] Neogrády, S. and Gálfi, P. (1994): Lectins as markers of rumen epithelial cell differentiation. *Histochem. J.* 26: 197-206.
- [13] Farkas, O., Mátis, G., Pászti-Gere, E., Palócz, O., Kulcsár, A., Petrilla, J., Csikó, Gy., Neogrády, Zs. and Gálfi, P. (2014): Effects of *Lactobacillus plantarum* 2142 and sodium n-butyrate in LPS-triggered inflammation: comparison of IPEC-J2 and primary hepatocyte monocultures with a porcine enterohepatic co-culture system. *J. Anim. Sci.* 92: 3835-3845.
- [14] Mátis, G., Kulcsár, A., Petrilla, J., Talapka, P. and Neogrády, Zs. (2017): Porcine hepatocyte-Kupffer cell co-culture as an in vitro model for testing the efficacy of anti-inflammatory substances. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 101: 201-207.

- [15] Csikó, Gy., Bánhidi, Gy., Semjén, G., Laczay, P., Sándor, G.V., Lehel, J. Fekete, J: (1996): Metabolism and pharmacokinetics of albendazole after oral administration to chickens. *J. Vet. Pharmacol. Therapeut.*19: 322-325.
- [16] Palócz, O., Gál, J., Clayton, P., Dinya, Z., Somogyi, Z, Juhász, C., Csikó, G. (2014): Alternative treatment of serious and mild *Pasteurella multocida* infection in New Zealand White rabbits. *BMC Vet. Res.*10: Paper 276, 7 p.
- [17] Farkas, O., Mátis, G., Pászt-Gere, E., Palócz, O., Kulcsár, A., Petrilla, J., Csikó, Gy., Neogrády, Zs., Gálfi, P. (2014): Effects of *Lactobacillus plantarum* 2142 and sodium n-butyrate in LPS-triggered inflammation: comparison of IPEC-J2 and primary hepatocyte mono-cultures with a porcine enterohepatic co-culture system. *J. Anim. Sci.* 92: 3835-3845.
- [18] Jerzsele, A., Szekér, K., Csizinszky, R., Pászt-Gere, E., Jakab, Cs., Mallo, J.J., Gálfi, P. (2012): Efficacy of protected sodium butyrate, a protected blend of essential oils, their combination and *Bacillus amyloliquefaciens* spore suspension against artificially induced necrotic enteritis in broilers. *Poult. Sci.* 91: 837-843.
- [19] Farkas, O., Palócz, O., Pászt-Gere, E., Gálfi, P. (2015): Polymethoxyflavone apigenin-trimethylether suppresses LPS-induced inflammatory response in non-transformed porcine intestinal cell line IPEC-J2. *Oxid. Med. Cell. Longevity* Paper 673847
- [20] Pászt-Gere, E., Matis, G., Farkas, O., Kulcsar, A., Palócz, O., Csikó, Gy., Neogrády, Zs., Gálfi, P. (2014): The effects of intestinal LPS exposure on inflammatory responses in a porcine enterohepatic co-culture system. *Inflammation* 37: 247-260.
- [21] Jerzsele, Á, Gyetvai, B., Csere, I., Gálfi, P. (2014): Biofilm formation in *Malassezia pachydermatis* strains isolated from dogs decreases susceptibility to ketoconazole and itraconazole. *Acta Vet. Hung.* 62: 473-480.
- [22] Pászt-Gere, E., Jerzsele, Á., Balla, P., Ujhelyi, G., Szekacs, A. (2016a): Reinforced epithelial barrier integrity via matriptase induction with sphingosine-1-phosphate did not result in disturbances in physiological redox status. *Oxid. Med. Cell. Longevity* Paper: 9674272.
- [23] Pászt-Gere, E., Czimmermann, E., Ujhelyi, G., Balla, P., Maiwald, A., Steinmetzer, T. (2016b): In vitro characterization of TMPRSS2 inhibition in IPEC-J2 cells. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.*31: (Suppl. 2) 123-129.
- [24] Younan, M. and Fodor, L. (1995): Characterisation of a new *Pasteurella haemolytica* serotype (A17). *Res. Vet. Sci.* 58: 98.
- [25] Makrai L, Takayama, S., Dénes, B., Hajtós, I., Sasaki, Y., Kakuda, T., Tsubaki, S., Major, A., Fodor, L., Varga, J. and Takai, S. (2005): Characterization of virulence plasmids and serotyping of *Rhodococcus equi* isolates from submaxillary lymph nodes in Hungary. *J. Clin. Microbiol.* 43: 1246-1250.
- [26] Jánosi, K., Hajtós, I., Makrai, L., Gyuranecz, M., Varga, J. and Fodor, L. (2009): First isolation of *Histophilus somni* from goats. *Vet. Microbiol.* 133: 383-386.
- [27] Gyuranecz, M., Birdsell, D.N., Splettstoesser, W., Seibold, E., Beckstrom-Sternberg, S. M., Makrai, L., Fodor, L., Fabbì, M., Vicari, N., Johansson, A., Busch, J. D., Vogler, A. J., Keim, P. and Wagner, D. M. (2012): Phylogeography of *Francisella tularensis* subsp. *holarctica* Europe. *Emerg. Inf. Dis.* 18: 290-293.

- [28] Bakonyi, T., Ivanics, E., Erdélyi, K., Ursu, K., Ferenczi, E., Weissenböck, H. and Nowotny, N. (2006): Lineage 1 and 2 strains of encephalitic West Nile virus, central Europe. *Emerg Infect Dis.* 12: 618-623.
- [29] Forgách, P., Bakonyi, T., Tapaszti, Z., Nowotny, N. and Rusvai, M. (2008): Prevalence of pathogenic bee viruses in Hungarian apiaries: situation before joining the European Union. *J. Invertebr. Pathol.* 98: 235-238.
- [30] Forgách, P., Nowotny, N., Erdélyi, K., Boncz, A., Zentai, J., Szucs, G., Reuter, G. and Bakonyi, T. (2010): Detection of hepatitis E virus in samples of animal origin collected in Hungary. *Vet. Microbiol.* 143: 106-116.
- [31] Cadar, D., Dán, Á., Tombácz, K., Lőrincz, M., Kiss, T., Becskei, Z., Spînu, M., Tuboly, T. and Cságola, A. (2012): Phylogeny and evolutionary genetics of porcine parvovirus in wild boars. *Infect. Genet. Evol.* 12: 1163-1171.
- [32] Lőrincz, M., Cságola, A., Farkas, S.L., Székely, C., Tuboly, T. (2011): First detection and analysis of a fish circovirus. *J. Gen. Virol.* 92: 1817-1821.
- [33] Valkó, A., Biksi, I., Cságola, A., Tuboly, T., Kiss, K., Ursu, K. and Dán, Á. (2017): Porcine epidemic diarrhoea virus with a recombinant S gene detected in Hungary. *Acta Vet. Hung.* 65: 253-261.
- [34] Hornok, S., Kontschán, J., Kováts, D., Kovács, R., Angyal, D., Görföl, T., Polacsek, Z., Kalmár, Z. and Mihálca, A. D. (2014): Bat ticks revisited: *Ixodesariadnae* sp. nov. and allopatricgenotypes of *I. vespertilionis* in caves of Hungary. *Parasit. Vectors* 7: 202.
- [35] Hornok, S., Görföl, T., Estók, P., Tu, V.T. and Kontschán, J. (2016): Description of a new tick species, *Ixodescollaris* n. sp. (Acari: Ixodidae), from bats (Chiroptera: Hipposideridae, Rhinolophidae) in Vietnam. *Parasit. Vectors* 9: 332.
- [36] Farkas, R., Hornok, S. and Gyurkovszky, M. (1998): Preliminary studies on humoral immune response of sheep to wohlfahrtiosis. *Vet. Parasitol.* 75: 279–284.
- [37] Benyeda, Z., Szeredi, L., Mató, T., Süveges, T., Balka, G., Abonyi-Tóth, Z., Rusvai, M., Palya, V. (2010): Comparative histopathology and immunohistochemistry of QX-like, Massachusetts and 793/B serotypes of infectious bronchitis virus infection in chickens. *J. Comp. Pathol.* 143: 276-283.
- [38] Balka, G., Hornyák, A., Bálint, A., Kiss, I., Kecskeméti, S., Bakonyi, T., Rusvai, M., (2008) Genetic diversity of porcine reproductive and respiratory syndrome virus strains circulating in Hungarian swine herds. *Vet. Microbiol.* 127: 128-135.
- [39] Balka, G., Podgórska, K., Brar, M.S., Bálint, Á., Cadar, D., Celer, V., Dénes, L., Dirbakova, Z., Jedryczko, A., Márton, L., Novosel, D., Petrović, T., Sirakov, I., Szalay, D., Toplak, I., Leung, F.C., Stadejek, T. (2018): Genetic diversity of PRRSV 1 in Central Eastern Europe in 1994-2014: origin and evolution of the virus in the region. *Scientific Reports* 8: 7811.
- [40] Dénes, L., Biksi, I., Albert, M., Szeredi, L., Knapp, D.G., Szilasi, A., Bálint, Á., Balka, G. (2018): Detection and phylogenetic characterization of atypical porcine pestivirus strains in Hungary. *Transbound. Emerg. Dis.* 65: 2039-2042.
- [41] Demeter, Z., Lakatos, B., Palade, E.A., Kozma, T., Forgách, P., Rusvai, M. (2007): Genetic diversity of Hungarian canine distemper virus strains. *Vet. Microbiol.* 122: 258-269.

- [42] Jakab, C., Kiss, A., Schaff, Z., Szabó, Z., Rusvai, M., Gálfi, P., Szabára, A., Sterczer A., Kulka, J. (2010) Claudin-7 protein differentiates canine cholangiocarcinoma from hepatocellular carcinoma. *Histol. Histopathol.* 25: 857-864.
- [43] Kovács, L., Tőzsér, J., Kézér, F. L., Ruff, F., Aubin-Wodal, M., Albert, E., Choukeir, A., Szelényi, Z. Szenci, O. (2015): Heart rate and heart rate variability in multiparous dairy cows with unassisted calvings in the periparturient period. *Physiol. Behav.* 139: 281-289.
- [44] Kovács, L., Kézér, F. L., Albert, E., Ruff, F. Szenci, O. (2017) Seasonal and maternal effects on acid-base, L-lactate, electrolyte, and hematological status of 205 dairy calves born to eutocic dams. *J. Dairy Sci.* 100: 7534-7543.
- [45] Vincze, B., Baska, F., Papp, M. and Szenci O. (2019): Introduction of a new fetal examination protocol for on-field and clinical equine practice. *Theriogenology* 125: 210-215.
- [46] Kovács, L., Kézér, F. L., Bakony, M., Jurkovich, V. and Szenci, O. (2018a): Lying down frequency as a discomfort index in heat stressed Holstein bull calves. *Scientific Reports* 8: 15065.
- [47] Kovács, L., Kézér, F. L., Ruff, F., Jurkovich, V., Szenci, O. (2018b): Assessment of heat stress in 7-week old dairy calves with non-invasive physiological parameters in different thermal environments. *PLoS One* 13 (11): e0208528.
- [48] Kovács, L., Kézér, F. L., Ruff, F., Jurkovich, V. and Szenci, O. (2018c): Heart rate, cardiac vagal tone, respiratory rate and rectal temperature in dairy calves exposed to heat stress in a continental region. *Internat. J. Biometeorol.* 62: 1791–1797.
- [49] Bohák, Z., Harnos, A., Joó, K., Szenci, O. and Kovács, L. (2018): Anticipatory response before competition in standardbred racehorses. *PLoS One* 13 (11): e0208521.
- [50] Harrach, B., Meehan, B. M., Benkő, M., Adair B. M. and Todd, D. (1997): Close phylogenetic relationship between egg drop syndrome virus, bovine adenovirus serotype 7, and ovine adenovirus strain 287. *Virology* 229: 302-306.
- [51] Benkő, M., Élő, P., Ursu, K., La Patra, W., Thomson, D. and Harrach, B. (2002): First molecular evidence for the existence of distinct fish and snake adenoviruses. *J. Virol.* 76: 10056-10059.
- [52] Benkő, M. and Harrach, B. (2003): Molecular evolution of adenoviruses. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 272: 3-35.
- [53] Davison, A. J., Benkő M. and Harrach, B. (2003): Genetic content and evolution of adenoviruses. *J. Gen. Virol.* 84: 2895-2908.
- [54] Palya, V., Glávits, R., Dobos-Kovács, M., Ivanics, E., Nagy, E., Bányai, K., Reuter, G., Szűcs, G., Dán, Á and Benkő, M. (2003): Reovirus identified as cause of disease in young geese. *Avian Pathol.* 32: 129-138.
- [55] Kaján, G. L., Kecskeméti, S., Harrach, B. and Benkő, M. (2013): Molecular typing of fowl adenoviruses, isolated in Hungary recently, reveals high diversity. *Vet. Microbiol.* 167: 357-363.
- [56] Jánoska, M., Vidovszky, M., Molnár, V., Liptovszky, M., Harrach, B. and Benkő, M. (2011): Novel adenoviruses and herpesviruses detected in bats in Hungary. *Vet. J.* 189: 118-121.

- [57] Doszpoly, A., Harrach, B., LaPatra, S. and Benkő, M. (2019): Unconventional gene arrangement and content revealed by full genome analysis of the white sturgeon adenovirus, the single member of the genus *Ichtadenovirus*. *Infect. Genet. Evol.* 75: 103976.
- [58] Harrach, B., Tarján, Z. L. and Benkő, M. (2019): Adenoviruses across the animal kingdom: a walk in the zoo. *FEBS Lett.* 593: 3660-3673.
- [59] Bányai, K., Tóth, Á.G., Ivanics, É., Glávits, R., Szentpáli-Gavallér, K., Dán, Á. (2012): Putative novel genotype of avian hepatitis E virus, Hungary 2010. *Emerg. Infect. Dis.* 18: 1365-1368.
- [60] Bányai, K., Palya, V., Dénes, B., Glávits, R., Ivanics É., Horváth, B., Farkas, S.L., Marton, S., Bálint, Á., Gyuranecz, M., Erdélyi, K., Dán, Á. (2015): Unique genomic organization of a novel Avipoxvirus detected in turkey (*Meleagris gallopavo*). *Infect. Genet. Evol.* 35: 221-229.
- [61] Mihalov-Kovács, E., Gellért, Á., Marton, S., Farkas, S.L., Fehér, E., Oldal, M., Jakab, F., Martella, V., Bányai, K. (2015): Candidate new rotavirus species in sheltered dogs, Hungary. *Emerg. Infect. Dis.* 21: 660-663.
- [62] Lanave, G., Martella, V., Farkas, S.L., Marton, S., Fehér, E., Bodnar, L., Lavazza, A., Decaro, N., Buonavoglia, C., Bányai, K. (2015): Novel bocaparvoviruses in rabbits. *Vet. J.* 206: 131-135.
- [63] Martella, V., Lanave, G., Mihalov-Kovács, E., Marton, S., Varga-Kugler, R., Kaszab, E., Di Martino, B., Camero, M., Decaro, N., Buonavoglia, C., Bányai, K. (2018): Novel parvovirus related to primate bufaviruses in dogs. *Emerg. Infect. Dis.* 24: 1061-1068.
- [64] Dóró, R., Mihalov-Kovács, E., Marton, S., László, B., Deák, J., Jakab, F., Juhász, Á., Kisfali, P., Martella, V., Melegh, B., Molnár, P., Sántha, I., Schneider, F., Bányai, K. (2014): Large-scale whole genome sequencing identifies country-wide spread of an emerging G9P [8] rotavirus strain in Hungary, 2012. *Infect. Genet. Evol.* 28: 495-512.
- [65] Papp, H., Borzák, R., Farkas, S., Kisfali, P., Lengyel, G., Molnár, P., Melegh, B., Matthijnsens, J., Jakab, F., Martella, V., Bányai, K., (2013): Zoonotic transmission of reassortant porcine G4P [6] rotaviruses in Hungarian pediatric patients identified sporadically over a 15 year period. *Infect. Genet.* 19: 71-80.
- [66] Hornyák, Á., Malik, P., Marton, S., Dóró, R., Cadar, D., Bányai, K. (2015): Emergence of multireassortant bluetongue virus serotype 4 in Hungary. *Infect. Genet. Evol.* 33: 6-10.
- [67] Bányai, K., Bistyák, A.T., Thuma, Á., Gyuris, É., Ursu, K., Marton, S., Farkas, S.L., Hortobágyi, E., Bacsadi, Á., Dán, Á. (2016): Neuroinvasive influenza virus A(H5N8) in fattening ducks, Hungary, 2015. *Infect. Genet. Evol.* 43: 418-423.
- [68] Farkas, S.L., Marton, S., Dandár, E., Kugler, R., Gál, B., Jakab, F., Bálint, Á., Kecskeméti, S., Bányai, K. (2016): Lineage diversification, homo- and heterologous reassortment and recombination shape the evolution of chicken orthoreoviruses. *Scientific Reports* 6: 36960.
- [69] Zádori, Z., Stefancsik, R., Rauch, T., Kisary, J., (1995): Analysis of the complete nucleotide sequences of goose and muscovy duck parvoviruses indicates common ancestral origin with adeno-associated virus 2. *Virology* 212: 562-573.
- [70] Mészáros I., Tóth, R., Olasz, F., Tijssen, P., Zádori, Z. (2017): The SAT protein of porcine parvovirus accelerates viral spreading through induction of irreversible endoplasmic reticulum stress. *J. Virol.* 91: e00627-17.



- [71] Zádori, Z., Szelei, J., Lacoste, M.C., Li, Y., Gariépy, S., Raymond, P., Allaire, M., Nabi, I.R., Tijssen, P. (2001): A viral phospholipase A2 is required for parvovirus infectivity. *Dev. Cell.* 2: 291-302.
- [72] Bálint, Á., Farsang, A., Zádori, Z., Hornyák, Á., Dencso, L., Almazán, F., Enjuanes, L., Belák, S. (2012): Molecular characterization of feline infectious peritonitis virus strain DF-2 and studies of the role of ORF3abc in viral cell tropism. *J. Virol.* 86: 6258-6267.
- [73] Balka, G., Wang, X., Olsz, F., Bálint, Á., Kiss, I., Bányai, K., Rusvai, M., Stadejek, T., Marthaler, D., Murtaugh, M.P., Zádori, Z. (2015): Full genome sequence analysis of a wild, non-MLV-related type 2 Hungarian PRRSV variant isolated in Europe. *Virus Res.* 200: 1-8.
- [74] Ballagi-Pordány, A., Wehmann, E., Herczeg, J., Belák, S., Lomniczi, B. (1996): Identification and grouping of Newcastle disease virus strains by restriction site analysis of a region from the F gene. *Arch. Virol.* 141: 243-261.
- [75] Lomniczi, B., Wehmann, E., Herczeg, J., Ballagi-Pordány, A., Kaleta, E.F., Werner, O., Meulemans, G., Jorgensen, P.H., Mante, A.P., Gielkens, A.L.J., Capua, I., Damoser, J. (1998): Newcastle disease outbreaks in recent years in Western Europe were caused by an old (VI) and a novel genotype (VII). *Arch. Virol.* 143: 49-64.
- [76] Herczeg, J., Wehmann, E., Bragg, R.R., Dias, P.M.T., Hadjiev, G., Werner, O., Lomniczi, B. (1999): Two novel genetic groups (VIIb and VIII) responsible for recent Newcastle disease outbreaks in Southern Africa, one (VIIb) of which reached Southern Europe. *Arch. Virol.* 144: 2087-2099.
- [77] Czeglédi, A., Ujvári, D., Somogyi, E., Wehmann, E., Werner, O., Lomniczi, B. (2006): Third genome size category of avian paramyxovirus serotype 1 (Newcastle disease virus) and evolutionary implications. *Virus Res.* 120: 36-48.
- [78] Nagy, B., Fekete, P.Zs. (2005): Enterotoxigenic *Escherichia coli* in veterinary medicine. *Int. J. Med. Microbiol.* 295: 443-454.
- [79] Szmolka, A., Wiener, Z., Matulova, M.E., Varmuzova, K., Rychlik, I. (2015): Gene expression profiles of chicken embryo fibroblasts in response to *Salmonella* Enteritidis infection. *PLoS One* 10: Paper: e0127708.
- [80] Szmolka, A., Nagy, B. (2013): Multidrug resistant commensal *Escherichia coli* in animals and its impact for public health. *Front. Microbiol.* 4: 258.
- [81] Szmolka, A., Szabó, M., Kiss, J., Pászti, J., Adrián, E., Olsz, F., Nagy, B. (2018): Molecular epidemiology of the endemic multiresistance plasmid pSI54/04 of *Salmonella* Infantis in broiler and human population in Hungary. *Food Microbiol.* 71: 25-31.
- [82] Nagy, B., Szmolka, A., Smole-Možina, S., Kovač, J., Strauss, A., Schlager, S., Beutlich, J., Appel, B., Lušický, M., Aprikian, P., Pászti, J., Tóth, I., Kugler, R., Wagner, M. (2015): Virulence and antimicrobial resistance determinants of verotoxigenic *Escherichia coli* (VTEC) and of multidrug-resistant *E. coli* from foods of animal origin illegally imported to the EU by flight passengers. *Int J. Food Microbiol.* 209: 52-59.
- [83] Tóth, I., Schmidt, H., Kardos, G., Lancz, Zs., Kreuzburg, K., Damjanova, I., Pászti, J., Beutin, L., Nagy, B. (2009): Virulence genes and molecular typing of different groups of *Escherichia coli* O157 strains in cattle. *Appl. Environ. Microbiol.* 75: 6282-6291.
- [84] Tóth, I., Nougayrède, J.P., Dobrindt, U., Ledger, T.N., Boury, M., Morabito, S., Fujiwara, T., Sugai, M., Hacker, J., Oswald, E. (2009): Cytolethal distending toxin type I and type IV

genes are framed with lambdoid prophage genes in extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*. *Infect. Immun.* 77: 492-500.

[85] Tóth, I., Sváb, D., Bálint, B., Brown-Jaque, M., Maróti, G. (2016): Comparative analysis of the Shiga toxin converting bacteriophage first detected in *Shigella sonnei*. *Infect. Genet. Evol.* 37: 150-157.

[86] Sváb, D., Falgenhauer, L., Rohde, M., Szabó, J., Chakraborty, T., Tóth, I. (2018): Identification and characterization of T5-like bacteriophages representing two novel subgroups from food products. *Front. Microbiol.* 9: 202.

[87] Nagy, B., Olasz, F., Fekete, P. Zs. (2007): *Escherichia coli* strains for an oral vaccine against post-weaning diarrhea in pigs. 2000-03-29 Priority to PCT/HU2000/000026 (US Patent Office) 7,163,820 B1, 2007-01-16 Publication of US7163820B1

[88] Magyar, T., and A. J. Lax, (2002): Atrophic rhinitis. In: *Polymicrobial Diseases*. Eds: K. A. Brogden and J. M. Guthmiller. ASM Press, Washington DC. pp. 169-197.

[89] Magyar, T., Donkó, T., Repa, I., Kovács, M. (2013): Regeneration of toxigenic *Pasteurella multocida* induced severe turbinate atrophy in pigs detected by computed tomography. *BMC Vet. Res.* 9: 1-7.

[90] Khayer, B., Magyar, T., Wehmann, E. (2014): Flagellin typing of *Bordetella bronchiseptica* strains originating from different host species. *Vet. Microbiol.* 173: 270-279.

[91] Ujvári, B., Makrai L., Magyar T. (2019): Virulence gene profiling and *ompA* sequence analysis of *Pasteurella multocida* and their correlation with host species. *Vet. Microbiol.* 233: 190-195.

[92] Maurin, M., Gyuranecz, M. (2016): Tularaemia: clinical aspects in Europe. *Lancet Infect. Dis.* 16: 113-124.

[93] Sulyok K.M., Kreizinger, Z., Bekó, K., Forró, B., Marton, S., Bányai, K., Catania, S., Ellis, C., Bradbury, J., Olaogun, O.M., Kovács, Á.B., Cserép, T., Gyuranecz, M. (2019): Development of molecular methods for rapid differentiation of *Mycoplasma gallisepticum* vaccine strains from field isolates. *J. Clin. Microbiol.* 57: e01084-18.

[94] Gyuranecz, M., Sulyok, K., Balla, E., Mag, T., Balázs, A., Simor, Z., Dénes, B., Hornok, S., Bajnóczi, P., Hornstra, H., Pearson, T., Keim, P., Dán, Á. (2014): Q fever epidemic in Hungary, April to July 2013. *Euro Surveill.* 19: 20863.

[95] Sulyok, K.M., Kreizinger, Z., Wehmann, E., Lysnyansky, I., Bányai, K., Marton, S., Jerzsele, Á., Rónai, Z., Turcsányi, I., Makrai, L., Jánosi, S., Nagy, S.Á., Gyuranecz, M. (2017): Mutations associated with decreased susceptibility to seven antimicrobial families in field and laboratory-derived *Mycoplasma bovis* strains. *Antimicrob. Agents Chemother.* 61: e01983-16.

[96] Molnár, K., Eszterbauer, E., Székely Cs., Dán, Á., Harrach, B. (2002): Morphological and molecular biological studies on intramuscular *Myxobolus* spp. of cyprinid fish. *J. Fish Dis.* 25: 643-652.

[97] Molnár, K., Ostoros, Gy., Dunams-Morel, D., Rosenthal, BM (2012) Eimeria that infect fish are diverse and are related to, but distinct from, those that infect terrestrial vertebrates. *Inf. Gen. Evol.* 12: 1810-1815.

- [98] Molnár, K., Baska, F., Csaba G., Glávits R., Székely C. (1993) Pathological and histopathological studies of the swimbladder of eels *Anguilla anguilla* infected by *Anguillicolacrossus* (Nematoda, Dracunculoidea). *Dis. Aquat. Org.* 15: 41-50.
- [99] Székely, C, Molnár, K, Müller, T, Szabó, A, Romvári, R, Hancz, C, Bercesényi, M. (2004) Comparative study of X-ray computed tomography and conventional X-ray methods in the diagnosis of swimbladder infection of eel caused by *Anguillicolacrossus*. *Dis. Aquat. Org.* 58: 157-164.
- [100] Székely, C., Hallett, SL., Atkinson, SD. and Molnár K. (2009) Complete life cycle of *Myxobolus rotundus* (Myxosporidia: Myxobolidae), a gill myxozoan of common bream *Abramis brama*. *Dis. of Aquat. Org.* 85: 147-155.
- [101] Eszterbauer, E. (2004): Genetic relationship among gill-infecting *Myxobolus* species (Myxosporidia) of cyprinids: molecular evidence of importance of tissue-specificity. *Dis. Aquat. Org.* 58: 35-40.
- [102] Molnár, K., Eszterbauer, E. (2015): Specificity of infection sites in vertebrate hosts. In: Okamura, B., Gruhl, A., Bartholomew, J. (eds.): *Myxozoan Evolution, Ecology and Development*. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 295–313.
- [103] Sipos, D., Ursu, K., Dán, Á., Herczeg, D., Eszterbauer, E. (2018): Susceptibility-related differences in the quantity of developmental stages of *Myxobolus* spp. (Myxozoa) in fish blood. *PLoS One* 13: e0204437.
- [104] Sándor, D., Molnár, K., Gibson, D.I., Székely C., Majoros, G. and Cech G. (2017): An investigation of the host-specificity of metacercariae of species of *Apophallus* (Digenea: Heterophyidae) in freshwater fishes using morphological, experimental and molecular methods. *Paras. Res.* 116: 3065-3076.
- [105] Sellyei, B., Molnár, K., Székely, Cs (2017) Diverse Chlamydia-like agents associated with epitheliocystis infection in two cyprinid fish species, the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and the gibel carp (*Carassius auratus gibelio* L.). *Acta Vet. Hung.* 65: 29-40.
- [106] Szelecsy, Zs., Dán, Á., Ursu, K., Ivancs, É., Kiss, I., Erdélyi, K., Belák, S., Müller, C. P., Brown, I. H. and Bálint, Á. (2009): Four different sublineages of highly pathogenic avian influenza H5N1 introduced in Hungary in 2006–2007. *Vet. Microbiol.* 139: 24-33.
- [107] Bálint, Á., Balka, Gy., Horváth, P., Kecskeméti, S., Dán, Á., Farsang, A., Szeredi, L., Bányai, K., Bartha, D., Olasz F., Belák S. and Zádori Z. (2015): Full-length genome sequence analysis of a Hungarian porcine reproductive and respiratory syndrome virus isolated from a pig with severe respiratory disease. *Arch. Virol.* 160: 417–422.
- [108] Kiss, I., Kecskeméti, S., Tuboly, T., Bajmócy, E. and Tanyi, J. (2000): New pig disease in Hungary: postweaning multisystemic wasting syndrome caused by circovirus. *Acta Vet. Hung.* 48: 469–475.
- [109] Glávits, R., Zolnai, A., Szabó, É., Ivanics, É., Zarka, P., Mató, T. and Palya, V. (2005): Comparative pathological studies on domestic geese (*Anser anser domestica*) and Muscovy ducks (*Cairina moschata*) experimentally infected with parvovirus strains of goose and Muscovy duck origin. *Acta Vet. Hung.* 53: 73–89.
- [110] Ursu, K., Harrach, B., Matiz, K. and Benkő, M. (2004): DNA sequencing and analysis of the right-hand part of the genome of the unique bovine adenovirus type 10. *J. Gen. Virol.* 85: 593–601.

- [111] Vilcek, S., Paton, D. J., Durkovic, B., Strojny, L., Ibata, G., Moussa, A., Loitsch, A., Rossmann, W., Vega, S., Scicluna, M. T. and Pálfi V. (2001): Bovine viral diarrhoea virus genotype 1 can be separated into at least eleven genetic groups. *Arch. Virol.* 146: 99–115.
- [112] Szeredi, L., Hornyák, A., Dénes, B. and Rusvai, M. (2003): Equine viral arteritis in a newborn foal: Parallel detection of the virus by immunohistochemistry, polymerase chain reaction and virus isolation. *J. Vet. Med. B Infect. Dis. Vet. Public Health* 50: 270–274.
- [113] Palya, V., Ivanics, É., Glávits, R., Dán, Á., Mató, T. and Zarka P. (2004): Epizootic occurrence of haemorrhagic nephritis enteritis virus infection of geese. *Avian Pathol.* 33: 244–250.
- [114] Glávits, R., Ferenczi, E., Ivanics, É., Bakonyi, T., Mató, T., Zarka, P. and Palya, V.: (2005): Co-occurrence of West Nile Fever and circovirus infection in a goose flock in Hungary. *Avian Pathol.* 34: 408–414.
- [115] Kiss, I., Kecskeméti, S., Tanyi, J., Klingeborn, B. and Belák, S. (2000): Prevalence and genetic pattern of feline coronaviruses in urban cat populations. *Vet. J.* 159: 64–70.
- [116] Hornyák, Á., Juhász, T., Forró, B., Kecskeméti, S. and Bányai, K. (2018): Resurgence of rabies in Hungary during 2013–2014: an attempt to track the origin of identified strains. *Transbound. Emerg. Dis.* 65: 1. e14–e24.
- [117] Matiz, K., Ursu, K., Kecskeméti, S., Bajmócy, E. and Kiss, I. (2006): Phylogenetic analysis of rabbit haemorrhagic disease virus (RHDV) strains isolated between 1988 and 2003 in Eastern Hungary. *Arch. Virol.* 151: 1659–1666.
- [118] Erdélyi, K., Bálint, Á., Dencső, L., Dán, Á. and Ursu, K. (2008): Characterisation of the first complete genome sequence of the roe deer (*Capreolus capreolus*) papillomavirus. *Virus Res.* 135: 307–311.
- [119] Rónai, Zs., Cshivicsik, Á. and Dán, Á. (2015): Molecular identification of *Mycobacterium avium* subsp. *silvaticum* by duplex high-resolution melt analysis and subspecies specific real-time PCR. *J. Clin. Microbiol.* 53: 1582–1587.
- [120] Rónai, Zs., Eszterbauer, E., Cshivicsik, A., Guti, C. F., Dencső, L., Jánosi, Sz. and Dán, Á. (2016): Detection of wide genetic diversity and several novel strains among non-*avium* nontuberculous mycobacteria isolated from farmed and wild animals in Hungary. *J. Appl. Microbiol.* 121: 41–54.
- [121] Stipkovits, L., Egyed, L., Pálfi, V., Béres, A., Pitlik, E., Somogyi, M., Szathmáry, S. and Dénes, B. (2012): Effect of low pathogenicity influenza virus H3N8 infection on *Mycoplasma gallisepticum* infection of chickens. *Avian Pathol.* 4: 51–57.
- [122] Nemes, Cs., Glávits, R., Dobos-Kovács, M., Ivanics, T., Kaszanyitzky, E., Beregszászi, A., Szeredi, L. and Dencső, L. (2006): Typhlocolitis associated with spirochaetes in goose flocks. *Avian Pathol.* 35: 4–11.
- [123] Széll, Z. and Sréter, T. (2008): Onchocercosis: a newly recognized disease in dogs. *Vet. Parasitol.* 151: 1–13.
- [124] Tolnai, Z., Széll, Z. and Sréter, T. (2013): Environmental determinants of the spatial distribution of *Echinococcus multilocularis* in Hungary. *Vet. Parasitol.* 198: 292–297.

- [125] Tolnai, Z., Széll, Z., Marucci, G., Pozio, E. and Sréter, T. (2014): Environmental determinants of the spatial distribution of *Trichinellabritovi* and *Trichinellaspiralis* in Hungary. *Vet. Parasitol.* 204: 426-429.
- [126] Egyed, L., Élő, P., Sréter-Lancz, Z., Széll, Z., Balogh, Z. and Sréter, T. (2012): Seasonal activity and tick-borne pathogen infection rates of *Ixodes ricinus* ticks in Hungary. *Ticks Tick Borne Dis.* 3: 90-94.
- [127] Bernáth, S., Farsang, A., Kovács, A., Nagy, E., Dobos-Kovács, M. (2006): Pathology of goose haemorrhagic polyomavirus infection in goose embryos. *Avian Pathol.* 35: 49-52.
- [128] Farsang, A., Bernáth, S., Dobos-Kovács, M. (2011): Case report of goose haemorrhagic polyomavirus in 4-day-old gosling indicating vertical transmissibility. *Acta Vet. Brno* 3: 255-257.
- [129] Farsang, A., Makranszki, L., Dobos-Kovács, M., Virág, Gy., Fábíán, K., Barna, T., Kulcsár, G., Kucsera, L., Vetési, F. (2003): Occurrence of atypical myxomatosis in Central Europe: clinical and virological examinations. *Acta Vet. Hung.* 51: 493-501.
- [130] Belák, S., Rivera, E., Ballagi, P. A., Hanzhong, W., Widén, F., Soós, T. (1998): Detection of challenge virus in fetal tissues by nested PCR as a test of the potency of a porcine parvovirus vaccine. *Vet. Res. Comm.* 22: 139-146.
- [131] Farsang, A., Ros, C., Renstörn, L. H. M., Baule, C., Soós T., Belák, S. (2002): Molecular epizootiology of infectious bronchitis virus in Sweden indicating involvement of a vaccine strain. *Avian Pathol.* 31: 229-236.
- [132] Horváth, E., Czifra, G., Nagy, E., Engström, B., Mérza, M. (1999): Potency test of inactivated Newcastle disease vaccines by monoclonal antibody blocking ELISA. *Vaccine* 17: 2969-2973
- [133] Kulcsár, G., Farsang, A., Soós, T. (2010): Testing of viral contaminants of veterinary vaccines in Hungary. *Biologicals* 38: 346-349.
- [134] Farsang, A., Lévai, R., Barna, T., Fábíán, K., Blome, S., Belák, K., Bálint, Á., Koenen, F., Kulcsár, G. (2017): Pre-registration efficacy study of a novel marker vaccine against classical swine fever on maternally derived antibody positive (MDA+) target animals. *Biologicals* 45: 85-92.
- [135] Ványi, A., Glávits, R., Gajádc, E., Sándor, G., Kovács, F. (1991): Changes induced in newborn piglets by the trichothecene toxin T-2. *Acta Vet. Hung.* 39: 29–37.
- [136] Ványi, A., Glávits, R., Bata, Á., Kovács, F. (1994): Pathomorphological changes caused by T-2 trichothecenefusariotoxin in geese. *Acta Vet. Hung.* 42: 447–457.
- [137] Fazekas, B., Hajdu, E.T., Tar, A.K., Tanyi J. (2000): Natural deoxynivalenol (DON) contamination of wheat samples grown in 1998 as determined by high-performance liquid chromatography. *Acta Vet. Hung.* 48: 151–160.
- [138] Zomborszky-Kovács, M., Kovács, F., Horn, P., Vetési, F., Repa, I. and Tornyos, G. (2002): Investigations into the time- and dose-dependent effect of fumonisin B1 in order to determine tolerable limit values in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 76: 251-256.
- [139] Fodor, J., Meyer, K., Riedlberger, M., Bauer, J., Horn, P., Kovacs, F., Kovacs, M. (2006): Distribution and elimination of fumonisin analogues in weaned piglets after oral administration of *Fusarium verticillioides* fungal culture. *FoodAddit. Contam.* 23: 492-501.

[140] Szabó-Fodor, J., Szabó, A., Kócsó, D., Marosi, K., Bóta, B., Kachlek, M., Mézes, M., Balogh, K., Kövér, Gy., Nagy, I., Glávits R., Kovács M. (2019): Interaction between the three frequently co-occurring *Fusarium* mycotoxins in rats. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 103: 370-382.

## ERDÉSZEI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

### Összefoglaló

Az utóbbi három évtized legnagyobb erdészeti kihívása a klímaváltozás volt. Származási kísérletek értékelésével lehetővé vált a klímaváltozás hatásainak szimulációja. A Forest Aridity Index kidolgozásával megtörténhet 600 ezer hazai erdőrészlet klímabesorolásának pontosítása. Visszamenőleges adatsorok elemzése lehetőséget adott erdeink egészségi állapot trendjeinek előrejelzésére. Az erdők természetességére vonatkozó kutatások a természetvédelem iránti társadalmi igény mellett a klímaváltozás negatív hatásainak mérséklése miatt is jelentősek. Az új eredmények alapján pontosabban meghatározható az erdők szerepe az egyes területek vízforgalmában, illetve az erdők, és azok talajában tárolt tápanyagok és szerves szén mennyisége. A mára nemzetközi sztenderddé vált erdészeti és üvegház gáz leltári módszertan kifejlesztésében magyar erdész kutató is meghatározó szerepet játszott.

### Kulcsszavak

Agrárklíma Döntéstámogató Rendszer, erdei biomassa becslés, erdészeti termőhely térképezés, erdők szénmegkötése, élőhely-használat, faanyag acetilezése, faanyag színe, faanyag tartóssága, fakémiai kutatások, fehérakác, Forest Aridity Index, génmegőrző hálózat, gőzölés, inváziós fajok, klímaváltozás, LAJTA Project, Magyar Vízivad Monitoring, MOSON Project, nanorészecskék, Országos Vadgazdálkodási Adattár, ökológiai távolság, ragadozó-zsákmány kapcsolatok, szárazsági határ, szénlábnyom, táplálék-összetétel, ültetvényszerű fatermesztés, vadegészségügy, vadkár.

**Faipari** kutatásainkat a faanyagok, mint természetes biokompozitok, tulajdonságainak célzott megváltoztatására fókuszáltuk. Kidolgoztunk olyan termikus, higrotermikus kémiai eljárásokat, melyek használatával jelentősen növeltük a fatermékek életciklusát (tartósság). Így a faanyag egyébként is kedvező ökológiai mérlegét tovább javítottuk. A jelenleg kevésbé használt fafajok (cser, gyertyán, nyár) anyagait alkalmassá tettük magas hozzáadott értékű termékek gyártására a szín előnyös megváltoztatása, illetve a tartósság jelentős növelése által.

Feltártuk a **nagyvadfafajok** reprodukciós paramétereit, környezeti interakcióit, a mező- és erdőgazdálkodási kölcsönhatásokat. Bevezettük a tájegységi tervezést. Kidolgoztuk a tartamos monitoringokra alapozott bölcs apróvadgazdálkodást. Az emlős ragadozó fajokkal kapcsolatos vizsgálatok az inváziós fajokra is fókuszálnak. Új irányzat a városi vadgazdálkodás feltételeinek megteremtése és az afrikai sertéspestis vaddisznó populációkra gyakorolt hatásának vizsgálata. A vízivad populációk hosszútávú vizsgálata megalapozza azok fenntartását Magyarországon.

Az **erdészettudomány** utóbbi 30 évének legjelentősebb kihívásai a klímaváltozáshoz kötődnek. A vonatkozó eredmények közül, a teljesség igénye nélkül csak néhány jelentősebbet mutatunk be.

Erdei fák ismert származású populációival létrehozott származási kísérletek új szempontú elemzését tette lehetővé az „ökológiai távolság” fogalmának bevezetése, ami révén a populációk fenotípusos reakciója a környezetváltozás szimulációjaként értelmezhető, így hatásbecslésére is alkalmas. A módszer világszerte elfogadott, mivel valós időben szolgáltat kvantitatív adatokat [1].

Az előre jelzett klímaváltozás erdőkre gyakorolt hatásait korábban főként az atlanti, alpesi és boreális övben vizsgálták. A kontinentális sztyep határon várható ökológiai változások jelentőségére a Soproni Egyetem (SoE) Környezettudományi Intézetében, a „szárazsági

határon” (xeric limit) elindított kutatás hívta fel a figyelmet, aminek keretében Délkelet-Európa és Belső Ázsia kitértségére derült fény [2]. A munka több hazai csoport részvételével a 2000-es években folytatódott, és az „Agrárklíma Döntéstámogató Rendszer” kidolgozásához vezetett. Ez a hasonló, nemzetközi rendszerektől eltérően nem gazdasági-katasztrófaelhárítási alapon, hanem hosszú távú ökológiai szempontok alapján, az élőhely potenciál változása szerint, finomléptékben (termőhely/erdőállomány) tesz javaslatot a felkészülésre [3].

Az erdészeti genetikai kutatások eredményei szerint az erdei fák génkészletének védelme nem ismer országhatárokat, az egyes országok saját rendszerét az európai elterjedésű fajok igényei szerint kell átalakítani [4]. Az „európai erdészeti génmegőrző hálózat” (EUFORGEN) alapelveit 1995-ben Sopronban fektették le. Ma 35 európai ország működik együtt a génmegőrzésben, és az erdészeti szaporítóanyagok forgalmazásának szabályozásában, ami különösen fontos a klímaváltozásra való felkészülés jegyében.

A fák növekedése, vitalitása és a klíma közötti ok-okozati kapcsolat jellemzésére az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) egy mutatószámot (FAI: Forestry Aridity Index) dolgozott ki, ami a fák növekedési szakaszainak időjárási jellemzőit veszi alapul [5]. Az Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisa segítségével az ország egész területén tesztelt index olyan meteorológiai jellemzőkre (havi csapadék és hőmérséklet) épít, amiket az országban régóta, sok helyen mérnek, így azok tér- és időbeni adaptációja jól modellezhető. Segítségével megoldható az erdészeti klímakategóriák meteorológiai jellemzése és egzakt lehatárolása [6], de becsülhető a klímakategóriák területének és országon belüli előfordulásának klímaváltozás miatti távlati változása is [7]. Ez alapján 50 év múlva a hűvös és nedves bükkös klíma szinte teljesen eltűnik hazánkból, a meleg és száraz erdőssztyep klíma területe pedig jelentősen növekszik, sőt a Dél-Alföldön a hazánkra eddig nem jellemző sztyep klíma is elő fog fordulni. A „FAI” alkalmazásának legnagyobb innovatív, gyakorlati haszna, hogy az ország erdőterületét lefedő több mint 600 ezer erdőrészlet eddigi klímabesorolása pontosítható.

Előrejelzések születtek a klímaváltozás erdők egészségi állapotára gyakorolt hosszú távú hatásaira vonatkozóan [8]. A negatív trendek már most is egyértelműek, hosszabb távon pedig további állapotromlás, illetve az erdőfunkciók alacsonyabb szintű betöltése várható. A SoE-n és az ERTI-ben is jelentős eredmények születtek egyes idegenhonos/inváziós fajok terjedésének, életmódjának, illetve ezek kárpotenciáljának kutatása keretében is [9–11].

Az elmúlt évtizedekben növekvő figyelmet élvez az erdők természetessége, a természet közeli erdőgazdálkodás és a folyamatos erdőborítás [12, 13]. A vonatkozó eredmények nemcsak a természetvédelem iránti társadalmi igény, hanem a klímaváltozás várható negatív hatásainak mérséklése miatt is jelentősek.

Az erdőállományok felvételezésében és értékelésében új módszerek jelentek meg, amik részben az űrfelvételeken [14], részben új földi felvételi módszereken [15] alapulnak. Alkalmazásuk révén jelentősen bővültek az erdőállományokról szerzett ismereteink.

Jelentős eredmény a talajtérképezési eljárások fejlesztése és bevezetése az erdészeti termőhely térképezési munkákban [16, 17]. A közelmúltban megjelent „Magyarország Nemzeti Atlasza” 2. kötetében (Természeti környezet) is az új eljárások alapján elkészített országos talajtérképeken erdész kutatók adatai alapján szerkesztették az erdős területek térképeit.

Az új eredmények alapján pontosabban meghatározható az erdők szerepe az egyes területek vízforgalmában [18–20], illetve az erdők, és azok talajában tárolt tápanyagok és szerves szén mennyisége [21, 22].

Az erdei biomassza becslésével kapcsolatos kutatások új lendületet kaptak, amikor megnőtt az érdeklődés az erdők szénkészlet-változásának becslése iránt. A kidolgozott új módszertan [23] mára nemzetközi sztenderddé vált az erdészeti és az üvegház gáz leltári gyakorlatban. Az üvegház gáz leltárak módszertanának fejlesztése az 1990-es évektől kezdve több lépcsőben zajlott. Meghatározó állomás a 2006-os IPCC Útmutató [24], ami az ENSZ által előírt sztenderddé vált, ma már a világ 150 országában alkalmazzák.



Az utóbbi 30 évben nemzetközileg is elismert kutatás-fejlesztési és innovációs eredmények születtek az ültetvényyszerű fatermesztés terén, különös tekintettel az akác- és nyártermesztés fejlesztésének biológiai alapjaira. Ezek jelentősen hozzájárulhatnak a Nemzeti Erdőstratégiában megfogalmazott, az erdőterület növelését szolgáló célok megvalósításához [25].

**Faipari anyagtudomány:** A természetes faanyagok számos kedvező tulajdonsággal bírnak. A faanyag kb. 50%-ban tartalmaz szenet, ami a levegő széndioxidja (fotoszintézis) megkötése útján épül be alapszövetébe. A szénlábnyom miatt is érdekes, hogy az egyes termékek életciklusa lehetőleg minél hosszabb legyen. Fatermékek esetében ez a széndioxid hosszabb távú légköri kivonását jelenti. A fából készült termékek élettartamát növelhetjük a biológiai bomlás fékezésével, vagyis a tartósság növelésével. Olyan módszereket dolgoztunk ki, melyek a faanyag tartósságát (ezzel a termékek használati idejét) úgy növelik meg, hogy a termékek környezeti terhelése csökken. A SoE kutatócsoportjainak sikerült olyan eljárásokat kidolgoznia (ill. a hazai fafajokra a meglévő technológiákat adaptálnia), melyek környezetbarát módon biztosítják a faanyag tartósságának (farontó gombákkal, vízzel szembeni ellenállásának) növelését, ezzel a fatermékek hosszabb életciklusát. Kiemeljük itt a különböző nanorészecskék alkalmazását [26], a faanyag acetilezését [27]. A SoE kutatócsoportjai olyan KKV-k támogatásában is aktívan részt vállalnak, akik innovatív fatermékek gyártásával foglalkoznak. Egyik ilyen kutatási együttműködés a faanyagok hosszirányú tömörítésével kapcsolatos, ami nedves állapotban, hidegen kézzel hajlítható faanyagot eredményez, és a faanyag száradás után szilárdan tartja a formáját [28].

Az utóbbi évtizedekben a faipari kutatások fókuszában a fehérakác fafajunk állt, ami a magyar erdőterület közel egynegyedét adja. A KKV-kal való együttműködésben olyan gyorsan növé akác fajták nemesítése valósult meg, melyek akár 2–3-szoros növekedési eréllyel is rendelkeznek (akár 25–30 mm-es évgyűrűk is képződnek!). Ezen akácfaajták faanyagvizsgálatait elvégeztük, így a lehetséges alkalmazási területekre (bútoripar, energetika, stb.) ajánlást tettünk [29].

A faanyag értéknövelt hasznosítására, javított tulajdonságú szervesetlen kötésű kompozitokat és biokompozit anyagokat fejlesztettünk ki, több esetben nanotechnológiai megoldások bevezetésével [30].

A faanyag színe a természet nagyszerű alkotása. De nem mindegyik faanyag színe kedvező, mert jellegtelen szürkés-fehér, vagy zavaróan tarka. Ezek a hátrányok gőzöléssel javíthatók, és kellemes, barnás árnyalatú színek hozhatók létre. Az elmúlt 30 évben feltártuk a kedvezőtlen színű faanyagok gőzölési tulajdonságait. A színváltozás érzékenyen függ a gőzölés idejétől és hőmérsékletétől [31]. A főként tüzelésre használt akác faanyagból gőzöléssel a sötét trópusi faanyagokat helyettesítő alapanyag állítható elő [32]. A gőzölési paraméterek megfelelő megválasztásával a faanyag színe úgy módosítható, amint az a természetben lejátszódik az öregedés során. Ezért a gőzölés egy hasznos módszer a restaurátorok számára.

Az erdő- és fakémiai kutatások új, innovatív területe az antioxidánsok kinyerése erdészeti és fafeldolgozási melléktermékekből [33, 34]. Sikerült kimutatni az emberi szervezetre gyakorolt jótékony hatásokat is, pl. cirbolyafenyő idegrendszert nyugtató éterikus kipárolgásai.

**Vadgazdálkodás:** A Soproni Egyetem Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézetében megállapították az erdőgazdálkodási módok által nyújtott táplálékkínálat dinamikáját, a vadrágás és makkfelszedés hatását az erdősítések sikerességére különböző erdőgazdálkodási módok mellett, és a vadrágás hatását a csemeték növekedésére [35]. Meghatározták a hazai öt nagyvad faj reprodukciós paramétereit és az azokra ható tényezőket [36, 37], a gímszarvas, dámszarvas és vaddisznó mozgáskörzetét, élőhelyhasználatát és élőhely preferenciáját, mozgásaktivitását, szaporodási-, táplálkozási- és térhasználati- viselkedés-mintázatát [38-40],

a gímszarvas és vaddisznó táplálék-összetételét, táplálkozásökológiai jellemzőit és annak hatását a mezőgazdasági és erdei vadkárra [41], a muflon jelenlétének hatását a védett élőhelyeken. Vizsgálják az afrikai sertéspestis hatását vaddisznó populációkra és a kór terjedésének dinamikáját, valamint a róka és az aranyakál táplálkozási niche átfedését [42]. Kiemelkednek az intézet 30 éve folyó LAJTA Project [43, 44] komplex mezei apróvad populáció és élőhely-vizsgálatai, amely – kiegészülve a MOSON Project tűzok kutatásaival [45] – a mezei életterek legrészletesebb tartamos vizsgálata hazánkban. A vízivad populációk hosszútávú vizsgálata [46,47] része a Wetlands International nemzetközi IWC projectjének, és megalapozza a vízivad populációk fenntartását Magyarországon [48].

A Szent István Egyetem Vadvilág Megőrzési Intézetéhez kötődik az "Országos vadgazdálkodási adattár" működtetése ([www.ova.info.hu](http://www.ova.info.hu)), a tájegységi tervezés (<http://www.ova.info.hu/ujvgtajak.html>) és modellezés. Az őzgazdálkodás fejlesztésének célja a bio-indikátorokra alapozott, a gyakorlatban egyszerűen kivitelezhető gazdálkodás elősegítése [49]. Az emlős ragadozó fajokkal kapcsolatos vizsgálatok közül kiemelendő a terjedő aranyakál állományának monitorozása és élőhely-használatának elemzése. A róka és a borz esetében élőhely-használati és niche-szegregációs kutatások folynak [50]. Új irányzat a városi vadgazdálkodás tudományos, gyakorlati és jogi feltételeinek megteremtése [51].

A Kaposvári Egyetem Ragadozóökológiai Kutatócsoportjának kutatási témái elsősorban ragadozóemlős-fajok életmódjának, ragadozó fajok közötti és ragadozó-zsákmány kapcsolatok feltárására irányultak [52].

Az Állatorvostudományi Egyetemen Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszéke az apróvadfajok állategészségügyi kérdéseit vizsgálja [53]. Kidolgozták a szántóföldi növények vadkár és termésbecslését [54].

## Hivatkozások

### Erdészet

- [1] Mátyás Cs. (1996): Climatic adaptation of trees: Rediscovering provenance tests. *Euphytica* 92: 45–54.
- [2] Mátyás Cs. (2010): Forecasts needed for retreating forests (Opinion). *Nature: Internat. Weekly J. Sci.* 464:1271.
- [3] Mátyás Cs., Berki I., Bidló A., Csóka Gy., Czimmer K., Führer E., Gálos B., Gribovszki Z., Illés G., Hirka A., Somogyi Z. (2018): Sustainability of forest cover under climate change on the temperate-continental xeric limits. *Forests* (Bern) 9: 489. DOI:10.3390/f9080489
- [4] Mátyás Cs. (1995): Forest genetics and gene conservation in the perspective of man-induced environmental changes. In: Baradat, P.H., Adams, W.T., Müller Starck, G. (eds.): *Population genetics and gene conservation of forest trees*. Elsevier, Amsterdam. pp. 341–349.
- [5] Führer E., Horváth L., Jagodics A., Machon A., Szabados I. (2011): Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. *Időjárás* 115 (3): 205–216.
- [6] Führer E. (2018): A klímaértékelés erdészeti vonatkozásai. *Erdészettudományi Közlemények* 8: 27–42.
- [7] Gálos B., Führer E. (2018): A klíma erdészeti célú előrevetítése. *Erdészettudományi Közlemények* 8: 43-55.
- [8] Klapwijk M.J., Csóka Gy., Hirka A., Björkman C. (2013): Forest insects and climate change: long-term trends in herbivore damage. *Ecol. Evol.* 3: 4183–4196.
- [9] Tóth, V., Lakatos, F. (2018): Phylogeographic pattern of the plane leaf miner, *Phyllonorycter platani* (Staudinger, 1870) (Lepidoptera: Gracillariidae) in Europe. *BMC Evol. Biol.* 18:135.
- [10] Csóka Gy., Hirka A., Mutun S., Glavendekic M., Mikó Á., Szócs L., Paulin P., Eötvös Cs.B., Gáspár Cs., Csepelényi M., Szénási Á., Franjevic M., Gninenko Y., Dautbašić M., Mujezinovic O., Zúbrík M., Netoiu C., Buzatu A., Balacenoiu F., Jurc M., Jurc D., Bernardinelli I., Streito J.C., Avtzis D., Hrašovec B. (2019): Spread and potential host range of the invasive oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say, 1832) – Heteroptera: Tingidae] in Eurasia. *Agric. Forest Entomol.* 22: 61–74.
- [11] Paulin M., Hirka A., Eötvös Cs. B., Gáspár Cs., Fürjes-Mikó Á., Csóka Gy. (2020): Known and predicted impacts of the invasive oak lace bug (*Corythucha arcuata*) in European oak ecosystems – a review. *Folia Oecol.* 47: 131–139.
- [12] Bartha D., Csiszár Á., Korda M., Zagyvai G., Tiborcz V., Kispál D., Schmidt D., Nótári K., Parczen B., Nagy B., Bende A., Siffer S., Csépanyi P. (2014): A folyamatos erdőborítás fajösszetétel és fajdiverzitás vizsgálata. *Silva Naturalis* 6: 119–147.
- [13] Bartha D., Korda M., Kovács G., Tímár G. (2014): A potenciális természetes erdőtársulások és az aktuális faállománytípusok összevetése országos szinten. *Erdészettudományi Közlemények* 4:7–21.
- [14] Barton I., Király G., Czimmer K., Hollaus M., Pfeifer N. (2017): Treefall gap mapping using sentinel-2 images. *Forests* 8: 11 Paper: 426.

- [15] Brolly G., Király G., Czimber K. (2013): Mapping forest regeneration from terrestrial laser scans. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 9: 135–146.
- [16] Illés G., Kovács G., Heil B. (2011): Comparing and evaluating digital soil mapping methods in a Hungarian forest reserve. *Can. J. Soil Sci.* 91: 615–626.
- [17] Illés G., Fonyó T., Pásztor L., Bakacsi Zs., Laborczi A., Szatmári G., Szabó J. (2016): Az „Agrárklíma 2” projekt eredményei: Magyarország digitális talajtípus térképének előállítása. *Erdészettudományi Közlemények* 6: 17–24.
- [18] Gribovszki Z. (2018): Comparison of specific-yield estimates for calculating evapotranspiration from diurnal groundwater-level fluctuations. *Hydrigeol. J.* 26: 869–880.
- [19] Szabó A., Gribovszki Z., Jobbágy E., Balog K., Bidló A., Tóth T. (2018): Subsurface accumulation of CaCO<sub>3</sub> and Cl<sup>-</sup> from groundwater under black locust and poplar plantations, *J. Forestry Res.* FirstOnline Paper: 0700-z, 9 p.
- [20] Zagyvai-Kiss K., Kalicz P., Szilágyi J., Gribovszki Z. (2019): On the specific water holding capacity of litter for three forest ecosystems in the eastern foothills of the Alps. *Agric. Forest Meteorol.* 278: Paper: 107656.
- [21] Bidló A., Szűcs P., Horváth A., Király É., Németh E., Somogyi Z. (2014): Telepített kocsánytalan tölgy és akác fiatalosok hatása a talaj szénkészletére néhány dunántúli erdőtelepítés példáján. *Erdészettudományi Közlemények* 4: 121–133.
- [22] Somogyi Z., Bidló A., Csiha I., Illés G. (2013): Country-level carbon balance of forest soils: a country-specific model based on case studies in Hungary. *Eur. J. Forest Res.* 132: 825–840.
- [23] Somogyi Z., Cienciala E., Mäkipää R., Muukkonen P., Lehtonen A., Weiss P. (2007): Indirect methods of large-scale forest biomass estimation. *Eur. J. Forest Res.* 126:197–207.
- [24] Aalde H., Gonzalez P., Gytarsky M., Krug T., Kurz W.A., Ogle S., Raison J. Dieter Schoene D., Ravindranath N. H., Elhassan N.G., Heat, L.S., Higuchi N., Kainja S., Matsumoto M., Sánchez M.J.S., Somogyi Z. (2006): Forest land. In: Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds): *IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan, Volume 4, Chapter 4, pp. 1–83.
- [25] Rédei K. (2020): *Bevezetés az ültetvényeszerű fatermesztés gyakorlatába*. Agroinform Kiadó, Budapest, 134 p.

## Faipar

- [26] Bak M., Molnár F., Németh R. (2019): Improvement of dimensional stability of woodbysilicananoparticles. *Wood Material Sci. Eng.* 14: 48-58.
- [27] Fodor F., Németh R., Lankveld C., Hofmann T. (2018): Effect of acetylation on the chemical composition of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in relation with the physical and mechanical properties. *Wood Material Sci. Eng.* 13: 271-278.
- [28] Báder M., Németh R., Konnerth J. (2019): Micromechanical properties of longitudinally compressed wood. *Eur. J. Wood Wood Prod.* 77: 341-351.
- [29] Csordós D., Németh R. (2015): Fokozott fáhozamú új akácfaajták, illetve fajtajelöltek faanyaga színének törzsön belüli változatossága. *Faipar* 63: 27-32.

30. Alpár T., Halász K. (2013): *Fa-cement rendszerek, Politejsav alapú, montmorillonitot és cellulózt tartalmazó nanokompozitok*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 151p.

[31] Tolvaj L. (2013): *A faanyagok optikai tulajdonságai*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. [www.tankonyvtar.hu/2010-0018\\_kotet\\_20\\_tolvaj\\_laszlo](http://www.tankonyvtar.hu/2010-0018_kotet_20_tolvaj_laszlo) tolvaj\_laszlo

[32] Banadics E., Gálos B., Tolvaj L. (2016): A sötét egzóta faanyagok helyettesítése gőzölt akác faanyaggal. *Faipar* 64: 22-28.

[33] Hofmann T., Nebehaj E., Albert L. (2016): Antioxidant properties and detailed polyphenol profiling of European hornbeam (*Carpinus betulus* L.) leaves by multiple antioxidant capacity assays and high-performance liquid chromatography/multistage electrospray mass spectrometry. *Industr. Crops Prod.* 87: 340-349.

[34] Hofmann T., Tólos-Nebehaj E., Albert L., Németh L. (2017) Antioxidant efficiency of Beech (*Fagus sylvatica* L.) bark polyphenols assessed by chemometric methods. *Industr. Crops Prod.* 108: 26-35.

### **Vadgazdálkodás**

[35] Náhlik A., Dremmel L., Sándor Gy., Tari T. (2012): Effect of browsing on timber production and quality. In: Neményi M., Heil, B. (eds.): *The impact of urbanization, industrial, agricultural and forest technologies on the natural environment*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp.111-122.

[36] Náhlik A., Sándor Gy. (2003): Birthrate and offspring survival in a free-ranging wild boar *Sus scrofa* population. *Wildlife Biol.* 9 (Suppl. 1): 37-42.

[37] Sándor Gy., László R., Náhlik A. (2014): Determination of time of conception of fallow deer in a Hungarian free range habitat. *Folia Zool.* 63: 122–126.

[38] Náhlik A., Sándor Gy., Tari T., Király G. (2009): Space use and activity patterns of red deer in a highly forested and in a patchy forest-agricultural habitat. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica* 5: 109-118.

[39] Náhlik A., Cahill S., Cellina S., Gál J., Jánoska F., Rosell C., Rossi S., Massei G. (2017): Wild boar management in Europe: knowledge and practice. In: Melletti M., Meijaard E. (eds.): *Ecology, conservation and management of wild pigs and peccaries*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 339-353.

[40] Náhlik A., Borkowski J., Király G. (2005): Factors affecting the winter-feeding ecology of red deer. *Wildlife Biol. Practice* 1: 47-52.

[41] Náhlik A., Tari T. (2006): A gímszarvas és őz téli erdősítés-használatára és csemeterágására ható tényezők vizsgálata az erdei kár csökkentése céljából. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 4: 75-79.

[42] Farkas A., Jánoska F., Fodor J.T., Náhlik A. (2017): The high level of nutritional niche overlap between red fox (*Vulpes vulpes*) and sympatric golden jackal (*Canis aureus*) affects the body weight of juvenile foxes. *Eur. J. Wildlife Res.* 63: 46.

[43] Faragó S. (szerk.) (2012): *A LAJTA Project. Egy tartamos mezei vad és ökoszisztéma vizsgálat 20 éve*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. 636 p.

[44] Faragó S., Dittrich G., Horváth-Hangya K., Winkler D. (2012): 20 years of the Grey Partridge population in the LAJTA Project (Western Hungary). *Anim. Biodivers. Conserv.* 35: 311-319.

- [45] Faragó S. (2018): *A túzok a Kisalföldön*. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron. 565 p.
- [46] Faragó S. (2010): Numbers and distribution of geese in Hungary 1984-2009. *Ornis Svecica*, 20: 144-154.
- [47] Faragó S. (2016): *A Duna Gönyű – Szob közti szakasza vonuló vízimadár állományának 30 éves (1982-2012) vizsgálata*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. 494 p.
- [48] Faragó S. (2019): *A vonuló vízivad populációk fenntartásának alapjai Magyarországon*. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron. 690 p.
- [49] Csányi S., Bleier N., Juhász V., Tóth B., Schally G. (2017): *Az őzek viselkedése alföldi, mezőgazdasági környezetben: Őzgazdálkodásunk több szempontból*. Dénes Natúr Műhely Kiadó, Országos Magyar Vadászkamara, Budapest.
- [50] Heltai M. (szerk.) (2010): *Emlős ragadozók Magyarországon*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 240 p.
- [51] Heltai M., Antal Cs. (2016): A belterületi vadkárak megítélésének jogi és biológiai ellentmondásai. *Jogtudományi Közöny* 71: 43-54.
- [52] Lanszki J. (2012): *Ragadozó emlősök táplálkozási kapcsolatai*. Natura Somogyiensis 21, Kaposvár, 310 p.
- [53] Mándoki M., Dénes L., Dobra P., Gál J. (2019): Vírusos bélgyulladások egyes tyúkalkatú madárfajokban. Irodalmi áttekintés és saját vizsgálatok fácánokban. *Magy. Állatorv. Lapja* 141: 523-531.
- [54] Király I., Marosán M. (2016): *Szántóföldi növények vadkár- és termésbecslése*. Páskum Nyomda, Szekszárd. 105 p.

## KERTÉSZET- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI BIZOTTSÁG

### Összefoglaló

A Kertészet-és Élelmiszer-tudományi Bizottság munkája a sokszínű kertészeti kultúrákkal kapcsolatos kutatásoktól az élelmiszer-alapanyagok vizsgálatán át a tájépítészeti kutatásokig terjed. A gyümölcs-, dísz, gyógy-, szőlő- és zöldségnövények kutatásában kiemelt szerep jutott a nemesítésnek új, a hazai viszonyok közt kiemelkedő teljesítményre képes fajták előállításának, valamint a nemesítést támogató szabadföldi és laboratóriumi vizsgálatoknak. A dísznövény-termesztés területén sor került a termesztéstechnológiai eljárások fejlesztésére és a taxonok környezeti szolgáltatásainak értékelésére. A gyümölcskutatásokban a művelésmód fejlesztése, új növényvédelmi technológiák kidolgozása, valamint a gazdaságilag jelentős tulajdonságok molekuláris vizsgálata terén születtek jelentős eredmények. A szőlészeti kutatások a fajtaértékelés, a komplex patogénmentesítési eljárások kidolgozása terén a környezetkímélő technológiák kidolgozásában, illetve a klímaváltozással kapcsolatos kutatásokban vezettek jelentős sikerekre. A hazai gyógynövénykutatás az elmúlt évtizedekben nemzetközi szinten is jelentős eredményeket ért el a biodiverzitás feltárása, a génmegőrzés, a technológiai fejlesztések és a kémiai variabilitást okozó tényezők szerepének értékelésében. A zöldségnövényekkel kapcsolatos kutatásoknak köszönhetően Hungarikum kítüntető címben, illetve uniós oltalomban részesült számos zöldségalapú készítmény. A legújabb élelmiszer-tudományi kutatási irányok, termékfejlesztési lehetőségek vizsgálatára megalakult az ország első érzékszervi oktató-kutató laboratóriuma, majd hazánk egyik legkorszerűbb Postharvest laboratóriuma. A tájépítészeti kutatások komplex, interdiszciplináris tudástárra és metodikára épülnek. A kutatási eredmények a városi és regionális zöldinfrastruktúra tervezésében, a településépítészeti, tájrendezési és területfejlesztési koncepciókban, stratégiákban, tervekben hasznosulnak, biztosítva a fenntarthatóság, az életminőség és társadalmi jóllét javításának elvét.

### Kulcsszavak

Biológiai alapok megőrzése, borászat, dísznövények, élelmiszertudomány, élő örökség védelme, eredetvédelem, érzékszervi vizsgálat, fajtainnováció, fenntarthatóság, fitonutriens fűszernövények, genetika sokféleség, génmegőrzés, gyógynövények, gyümölcstermő növények, honosítás, molekuláris markerezés, nemesítés, növekedésszabályozás, növényalkalmazás, ökoszisztéma-szolgáltatások, szőlő, tájkarakter, tartósítás, technológia-fejlesztés, termékfejlesztés, termesztés, termesztésbe vonás, zöldinfrastruktúra, zöldségnövények.

### Dísznövénytermesztés

A Szent István Egyetem (SZIE) Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék kidolgozta az illatos gólyaorr, sászliliom hibridek, és egyes alpesi származású évelők időzített virágoztatásának lehetőségét. Eredményeik vannak új törpítőszerek – Bumper, Mirage, Caramba, Regalis stb. –, valamint bevezetés alatt álló bioregulátorok – Pentakeep, Kelpak, Ferbanat – dísznövényekre gyakorolt hatásaira vonatkozóan. Kidolgozták a nyíllevél hibridek, egyes filodendronfajok, hazai nemesítésű berkenyék, és más dísznövények mikroszaporítási technológiáját. Meghatározták egyes várostűrő fásnövény taxonok szén-dioxid- és pormegkötő, oxigén-termelő, valamint környezetet hűtő sajátosságait [1-5].

A Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) Dísznövénytermesztési Kutatóintézetben Kováts Zoltán ‘Arrabona’ tollas celózia, ‘Glória’ kúpvirág és ‘Biborgömb’ bazsalikom fajtája nemzetközileg elismertté váltak, Fleuroselect aranyérem kítüntetésben részesültek. Az általa nemesített számos egyynyári dísznövényfajta további javítása jelenleg is

az egyik kiemelt kutatási projekt. Márk Gergely több mint 600 rózsafajtát állított elő, értékelésük és szelekciójuk extrém környezet tűrésére jelenleg is zajlik.

A Neumann János Egyetemen (NJE) megvalósították a kálla hidrokultúrás vágottvirág-termesztését. Az ELTE Fűvészkertben kidolgozták a veszélyeztetett honos lápi hagymaburok orchideafaj mikroszaporítását és akklimatizálását. A Pannon Egyetemen (PE) 42 mediterrán cserjefaj és -fajta honosítását végezték el. Kiemelt téma a hazai lágyszárú flóra szélsőséges klimatikus adottságokat és talajviszonyokat tűró tagjainak nemesítése. Nemesítési vonalak állnak rendelkezésre kitaibelmályvából, ligeti zsályából, sziki őszirózsából (Debreceni Egyetem, DE, Növényi Biotechnológiai Tanszék, SZIE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék). A szelekción és nemesítés munkája eredményeképpen berkenyék májuszák, perzsafa, selyemmirtusz, páfrányfenyő, babérmeggy stb. fajták születtek [6, 7].

### **Élelmiszer-tudomány**

Az újonnan megalakult Élelmiszer-tudományi Albizottság keretében a legújabb élelmiszer-tudományi kutatási irányokat, módszereket, termékfejlesztési lehetőségeket vizsgálják, elemzik [8-16]. A 90-es évek közepén a nemzetközi irányelveknek és az ISO szabványoknak megfelelően megalakult az ország első érzékszervi oktató-kutató laboratóriuma. 2019-ben létrejött hazánk egyik legkorszerűbb Postharvest laboratóriuma.

### **Gyógynövénytermesztés**

A SZIE Gyógy- és Aromanövények Tanszéken a korszerű és fenntartható gyógynövénytermesztés számára 20 új hazai fajta nemesítésére, állami elismerésére, illetve európai szabadalmi oltalom alá vonására került sor [17]. Korábban gyűjtött gyógynövények termesztésbe vonását, valamint termesztési és feldolgozási technológiák fejlesztését végezték el [18]. A génmegőrzési technológiák fejlesztése révén mintegy 1100 génforrás rezervációja valósulhatott meg [19]. A kémiai variabilitás és a hatóanyagok felhalmozódását befolyásoló abiotikus tényezők feltárásával kapcsolatban több száz tudományos közleményt jelentettek meg az elmúlt 30 évben [20-23].

A SZIE Genetika és Növénynemesítés Tanszéken a *Rhodiola rosea* faj 16 európai populációjában nagy genetikai diverzitást tártak fel. Kloroplasztisz markerek alapján felvázolták a Csinghaj-Tibeti-fennsíkről származó faj északi féltekén való elterjedésének lehetséges scenárióit több európai diverzifikációs hot spotot is azonosítva [24]. *In vitro* kallusz tenyészetekben prekursor hozzáadásos kísérletekkel igazolták a feltételezett prekursorok szerepét az adaptogén hatásért felelős rozavinek képződésében. Meghatározták több, a glikozidok bioszintézisében résztvevő gén részleges vagy teljes szekvenciáját és génexpressziós vizsgálatokkal igazolták ezek szerepét a hatóanyagok képződésében [25].

A Gyógynövénykutató Intézetben az elmúlt évtizedekben a hazai biodiverzitás feltárása mellett nemzetközileg is elismert génbank létrehozására került sor. Kutatási tevékenységük kiterjedt új, hazai gyógynövényfajták nemesítésére is, mely 7 mák és 9 egyéb gyógy-és aromanövény fajta állami elismerését eredményezte.

### **Gyümölcsstermesztés**

A DE Kertészettudományi Intézet az ökológiai és integrált almaültetvények technológiájának fejlesztéséhez környezetkímélő növényvédelmi rendszerek és új metszési stratégiák kidolgozásával járult hozzá. A *Monilinia* fajok elleni védekezési lehetőségek terén is jelentős eredményeket értek el [26]. A NJE eredményei alapján kerültek bevezetésre az ökológiai szamócatermesztésben különböző talajtakarási módok és mikrobiológiai készítmények [27] alany-nemes kölcsönhatások és fajtaértékek feltárása, valamint a fajtatársítást megalapozó eredmények az ültetvények tervezése során hasznosíthatók. Megtörtént a PE Kertészeti



Tanszék körte fajtagyűjteményének teljes körű értékelése. Mesterséges virág- és gyümölcsfertőzéssel meghatározták a fajták *Erwinia*-fogékonyságát is.

A NAIK Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutatóintézet négy állomásának feladatai a gyümölcsnemesítés, a művelési rendszerek s növényvédelmi technológiák fejlesztése, valamint a termőhelyi alkalmasság meghatározása. Fenntartják az ország legnagyobb gyümölcs génvagyonát és biztosítják a vírusmentes szaporítóanyagot [28]. Nemesítési eredményeik jelentősen hozzájárultak a gyümölcsstermesztés fejlesztéséhez [29]. Az Újfehértói Kutató Állomás északkelet-magyarországi meggy tájszelekciójából négy fajta került bevezetésre. Az integrált termesztés irányelveinek kidolgozása, az alma tárolástechnológiájának fejlesztése, valamint a kórtani kutatások területén is vannak jelentős eredményeik [30]. A Fertődi Kutató Állomás főként a bogyós gyümölcsökkel foglalkozik. Nemesítési munkájuk eredményei többek között a málna, szamóca és fekete ribiszke fajoknál jelentkeztek. A magyar kajszitermesztés jórészt a Ceglédi Kutató Állomáson előállított fajtákon alapul. A szilva, a kajsziszi és a mandula magonc alanyfajták szelekciójában is jelentős eredményeket értek el. Az Érdi Kutató Állomás a cseresznye-, meggy- és diónemesítéséről ismert. Ennek eredménye három gazdag fajtasorozat, melyek közül számos fajta külföldön is bevezetésre került. Fontos szempont a nemesítésben a betegség-ellenállóság fokozása [31]. Kidolgozták a csonthéjas alanyok mikroszaporítási technológiáját is.

A SZIE Gyümölcstermő Növények Tanszéken kilenc multirezisztens és három toleráns almafajta előállítására és bevezetésére történt meg. A varasodás- és tűzelhalás-ellenállóság kutatásában új eredményeket szolgáltatottak a genetikai háttér megismeréséhez, új rezisztenciaforrások kiválasztásához [32]. Morfológiai, pomológiai és genetikai vizsgálatokkal kiváló beltartalmi értékű fajtákat emeltek ki. Jellemezték a csonthéjas és almatermésű fajok fajtáinak fagy- és télállóságát, és annak összefüggéseit a különböző fejlődési folyamatokkal. Alanyokat nemesítettek és honosítottak, intenzív cseresznye és meggy művelési rendszereket fejlesztettek [33].

A SZIE Genetika és Növénynemesítés Tanszék nemzetközi szinten is jelentős eredményeket ért el a csonthéjas gyümölcsfajok nemesítési alapanyagainak molekuláris jellemzése terén, valamint a gazdasági értéket meghatározó tulajdonságok (önmeddőség, virágzási idő, érésidő, polifenol-tartalom) genetikai hátterének feltérképezésében [34, 35]. A tanszék azonosított egy kizárólag a csonthéjas gyümölcsfajokban előforduló transzpozont (*Falling Stones*), ami alapvető és gyakorlati szempontból egyaránt fontos [36]. Előállított öt új, a szezon kiterjesztésére alkalmas kajszifajtát.

### **Szőlészet és borászat**

NAIK Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet badacsonyi és kecskeméti állomásán a (részben saját) nemesítésű bor- és csemegeaszőlő-fajták komplex fajtaérték-kutatása zajlik, ami elősegíti a fajták elterjedését és a hozzájuk adaptált szőlészeti és borászati technológiák alkalmazását. Az *Agrobacterium tumefaciens* és *A. vitis* baktériumfajokhoz kapcsolódó kutatások nemzetközi szinten is meghatározó eredményeket hoztak, és jelentős szerepet játszottak a szőlő komplex patogénmentesítésének kidolgozásában [37], ami megalapozta a nagy biológiai értékű törzsállományok létrehozását. Szabadföldi tartamkísérleteik alapján dombvidéki körülmények között aszálytűrő és erózióvédő talajápolási módokat dolgoztak ki. A környezetkímélő és a klímaváltozással kapcsolatos kutatásaikkal a szőlő-bor ágazat hatékonyabb és gazdaságosabb alkalmazkodóképességét segítették elő a változó környezethez.

A PE Kertészeti Tanszékén az elmúlt 30 évben kiemelkedő szőlőnemesítő munka folyt az alanyok előállításától, a fehér- és vörösbor adó fajtákig. Nemzetközileg elismert kutatóműhely alakult ki az alanyok kutatásának területén [38]. A szőlőgyökértetű biológiájának, fejlődésének pontos megismerésében kiemelkedő szerepet játszottak. Az alany-nemes kölcsönhatás élettani folyamatainak leírásában meghatározóak kutatásaik.

A SZIE Borászati Tanszékén a kutatások célja a borászati technológia fejlesztése, elsősorban a fehér és kékszőlő feldolgozással, illetve speciális borkészítési eljárásokkal kapcsolatosan [39]. Előtérbe került a mikrooxigénezés és hiperoxidáció, szaturálás tanulmányozása. Fontos eredményeket kaptak a sherryzálási kísérletek és az élesztőtörzsek szelekciója során. A borászati kémiai kutatások fő területei a polifenolok, biogénaminok stb. A SZIE Szőlészeti Tanszék bejelentett több új rezisztens szőlőfajtát, a főbb kutatási területei a fajtaértékkutatás és fenotipizálás, az alany-nemes kölcsönhatás, a mikorrhiza kapcsolatok jelentősége az ökológiai gazdálkodásban, kórokozó-növény kapcsolat molekuláris diagnosztikai vizsgálata, a szőlő eredetének kutatása [40], valamint a precíziós szőlőtermesztés.

### **Tájépítészet**

A Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola és a Tájépítészeti és Településtervezési Kar kutatói műszaki, ökológiai és téralkotói – művészeti jellegű szaktörténeti, alkotóművészeti és tervezéseméleti – módszertani kutatásokat folytatnak nemzetközi és hazai egyezmények, stratégiák mentén (Európai Tájegyezmény, EU Zöldinfrastruktúra, Természeti és táji értékek táji léptékű megőrzésének stratégiai megalapozása, VAHAVA stb.) és ágazati együttműködések keretében (AM, ME, EMMI). Jelentős eredmények születtek a klímaváltozásra való felkészülésben az adaptáció és a mitigáció cél- és eszközrendszerének fejlesztése terén: városi és térségi zöld- és kékinfrastruktúra, fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás műszaki, ökológiai tervezési-fejlesztési elvei, módszerek és keretek kidolgozása, tájépítészeti növényalkalmazási, klíma-adaptív tervezési elvek és fenntartási módszerek kidolgozása [41-44]. Elkészült az ország tájkarakter és tájérték katasztere a fejlesztések értékvédelmi alapozásához. A történeti kertek, tájak, közparkok értékvizsgálata és tervezésemélete a magyar tájépítészet nemzetközi pozicionálását és az élő örökség védelmét is segíti [45-47]. A települési, térségi zöldinfrastruktúra ökoszisztéma-szolgáltatásának kutatása alap- és alkalmazott kutatás, és az ökológiai, kondicionáló, szociális aspektusokat tárja fel [48-51]. A kutatások többsége nemzetközi, főleg európai tájépítészeti egyetemekkel együttműködésben folyik.

### **Zöldségtermesztés**

Az elmúlt harminc évben a hazai zöldségnevelők több tucatnyi új fajtaival jelentek meg a piacon, melyek alkalmazkodóképessége a Kárpát-medence klímájára, talajviszonyaira meghaladja a külföldi nevelésű fajtákat. A NAIK Zöldségtermesztési Kutató Intézet, a SZIE Zöldség- és Gombatermesztési Tanszéke és a Keszthelyi Georgikon érték el jelentős eredményeket, új zöldségfajták és hibridek rezisztencia-nevelésében pl. zöldborsó, paradicsom, konzervuborka, étkezési paprika, és fűszerpaprika esetében [52-57]. A zöldségkutatás eredményeinek köszönhetően Hungarikum kitüntető címben részesült a Kalocsai és Szegedi fűszerpaprika őrlemény, a Makói hagyma, a Piros Arany és Erős Pista zöldségkrémek. Uniós oltalom alatt álló eredet-megjelölést (OEM) kapott a Hajdúsági torma, a Kalocsai és Szegedi fűszerpaprika őrlemény és –paprika, valamint a Jászsági nyári szarvasgomba. Uniós oltalom alatt álló földrajzi jelzést (OFJ) kapott a Szentesi paprika és a Makói petrezselyemgyökér. Tovább fejlesztették a laskagomba és shiitake termesztő közegeit. Kidolgozásra került a megnövelt D-vitamin-tartalmú termesztett csiperke- és laskagomba technológiája [58]. A hatékony „gombavédelem” érdekében új védekezési eljárásokat dolgoztak ki és több növényvédőszer-hatóanyag engedélyezési eljárását támogatták a hazai kutatások az okszerű növényvédőszer használat érdekében [59].

## Hivatkozások

- [1] Forrai, M., Sütöriné Diószegi, M., Ladányi, M., Honfi, P., Hrotkó, K. (2012): Studies on estimation of leaf gas exchange of ornamental woody plant species. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 10: 195-206.
- [2] Hrotkó, K., Gyeveki, M., Sütöriné, D.M., Magyar, L., Mészáros, R., Honfi, P., Kardos, L. (2020): Foliar dust and heavy metal deposit on leaves of urban trees in Budapest (Hungary). *Environ. Geochem. Health* (in press).
- [3] Mosonyi, I. D., Tilly-Mándy, A., Kohut, I., Honfi, P. (2019): Flower forcing possibilities in *Hemerocallis* hybrids. *Acta Horticult.* 1237: 177-184.
- [4] Mosonyi I. D., Tillyné M. A., Hrotkó K.(2020):*In vitro* tenyésztéstartási tapasztalatok magyar *Prunusmahaleb* klónalanyoknál. *Kertgazdaság*52: 17-30.
- [5] Tillyné Mándy A., Csikota Á., Honfi P., Mosonyi I. D. (2009): Élő *Geranium* taxonok termesztése virágos cserepes dísznövényként. *Kertgazdaság*41: 67-71.
- [6] Lukács Z., Orlóci L., Schmidt G., Csikor J., Honfi P., Sütöriné Diószegi M. (2009): A magyar kertészeti dendrológiai nemesítés felmérése. In: Veisz Ottó (szerk.): XV. *Növénynemesítési Tudományos Napok, Hagyomány és haladás a növénynemesítésben.* pp. 307-311.
- [7] Tóth M., Bisztray Gy. D., Halász J., Honfi P., Hrotkó K., Zámoriné Németh É. (2019): A Szent István Egyetem Kertészettudományi Karának nemesítési tevékenysége. In: Karsai I. (szerk.): *A magyar növénynemesítés az ezredfordulón (1990-2018).* Agroinform, Budapest, pp. 142-161.
- [8] Brandt, S., Pék, Z., Barna, É., Lugasi, A., Helyes, L. (2006): Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *J. Sci. Food Agric.* 86: 568–572.
- [9] Dalmadi, I., Rapeanu, G., Van Loey, A., Smout, C., Hendrickx, M. (2006): Characterization and inactivation by thermal and pressure processing of strawberry (*Fragaria ananassa*) polyphenol oxidase: A kinetic study. *J. Food Biochem.* 30: 56–76.
- [10] Papp, N., Szilvássy, B., Abrankó, L., Szabó, T., Pfeiffer, P., Szabó, Z., Nyéki, J., Ercisli, S., Stefanovits-Bányai, É., Hegedűs, A. (2010): Main quality attributes and antioxidants in Hungarian sour cherries: Identification of genotypes with enhanced functional properties. *Internat. J. Food Sci. Technol.* 45: 395–402.
- [11] Sipos, L., Kovács, Z., Sági-Kiss, V., Csiki, T., Kókai, Z., Fekete, A., Héberger, K. (2012): Discrimination of mineral waters by electronic tongue, sensory evaluation and chemical analysis. *Food Chem.* 135: 2947–2953.
- [12] Gere, A., Radványi, D., Héberger, K. (2019): Which insect species can best be proposed for human consumption? *Innovat. Food Sci. Emerg. Technol.* 52: 358–367.
- [13] Németh, D., Balázs, G., Daood, H. G., Kovács, Z., Bodor, Z., Zaukuu, J.-L. Z., Szentpéteri, V., Kókai, Z., Kappel, N. (2019): Standard analytical methods, sensory evaluation, NIRS and electronic tongue for sensing taste attributes of different melon varieties. *Sensors* 19: 5010.
- [14] Nguyen, L. P. Le, Zsom, T., Dam, M. S., Baranyai, L., Hitka, G. (2019): Evaluation of the 1-MCP microbubbles treatment for shelf-life extension for melons. *Postharvest Biol. Technol.* 150: 89–94.

- [15] Ifie, I., Abrankó, L., Villa-Rodriguez, J. A., Papp, N., Ho, P., Williamson, G., Marshall, L. J. (2018): The effect of ageing temperature on the physicochemical properties, phytochemical profile and  $\alpha$ -glucosidase inhibition of *Hibiscus sabdariffa* (roselle) wine. *Food Chem.* 267: 263–270.
- [16] Porretta, S., Gere, A., Radványi, D., Moskowitz, H. (2019): Mind Genomics (Conjoint Analysis): The new concept research in the analysis of consumer behaviour and choice. *Trends Food Sci. Technol.* 84: 29-33.
- [17] Bernáth, J., Németh, É. (2009): Breeding of poppy. In: Vollmann, J., Rajcan, I. (eds.): *Oil crops. „Handbook of Plant Breeding”*, Springer, Dordrecht, p. 449-468.
- [18] Sárosi Sz., Sipos L., Kókai Z., Pluhár Zs., Szilvássy B., Novák I. (2013): Effect of different drying techniques on the aroma profile of *Thymus vulgaris* analyzed by GC-MS and sensory profile methods. *Industr. Crops Prod.* 46: 210-216.
- [19] Gosztola, B., Sárosi, Sz., Németh, É. (2010). Variability of the essential oil content and composition of chamomile (*Matricaria recutita* L.) affected by weather conditions. *Nat. Prod. Commun.* 5: 465-470.
- [20] Radácsi P., Inotai, K., Sárosi Sz., Czövek, P., Bernáth J., Németh, É. (2010): Effect of water supply on the physiological characteristic and production of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Eur. J. Horticult. Sci.* 75: 193-197.
- [21] Pluhár Zs., Kocsis M., Kuczmog A., Csete S., Simkó H., Sárosi Sz., Molnár P., Horváth Gy. (2012): Essential oil composition and preliminary molecular study of four Hungarian *Thymus* species. *Acta Biol. Hung.* 63: 81-96.
- [22] Németh-Zámbori É. (2015): Natural variability of essential oil components. In: Baser, K. H. C., Buchbauer, G. (eds.): *Handbook of Essential Oils, Science, Technology, and Applications*, 2nd ed., CRC Press, Boca-Raton, p. 87-126.
- [23] Szabó, K., Radácsi P., Rajhárt P., Ladányi M., Németh É. (2017): Stress-induced changes of growth, yield and bioactive compounds in lemon balm cultivars. *Plant Physiol. Biochem.* 119: 170-177.
- [24] György, Z., Tóth, E.G., Incze, N., Molnár, B., Höhn, M. (2018): Intercontinental migration pattern and genetic differentiation of arctic-alpine *Rhodiola rosea* L.: A chloroplast DNA survey. *Ecol. Evol.* 8: 11508-11521.
- [25] Mirmazloum, I., Ladányi, M., Beinrohr, L., Kiss-Bába, E., Kiss, A., György, Z. (2019): Identification of a novel UDP- glycosyltransferase gene from *Rhodiola rosea* and its expression during biotransformation of upstream precursors in callus culture. *Internat. J. Biol. Macromol.* 136: 847-858.
- [26] Holb, I. J. (2008): Monitoring conidial density of *Monilinia fructigena* in the air in relation to brown rot development in integrated and organic apple orchards. *Eur. J. Plant Pathol.* 120: 397-408.
- [27] Király, I., Maczkó, M., Palkovics, A., Mihálka, V. (2020): Changes in the vegetative and generative parameters of strawberry grown under ecological conditions. *Gradus* 7: 114-120.
- [28] Békefi, Zs., Szabó, T., Gyürki, É., Pallai, E., Budainé Veres, Á., Apostol, J., Kovács, Sz, Horváth-Kupi, T., Szilágyi, S., Ujfalussyné Örsi, D., Varga, J., Kollányi, G., Surányi, D., Demku, T., Mendel, Á., Nádosy, F., Lakatos, T. (2018): Fruit genetic resources at NARIC Fruitresearch Institute. *Hung. Agric. Res.* 2: 8-13.

- [29] Apostol J. (2019): Gyümölcs- és dísznövény-nemesítés a NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézetében. In: Karsai I. (szerk.): *A magyar növénynevelés az ezredfordulón (1990-2018)*. Agroinform, Budapest, pp. 79-89.
- [30] Kurilla, A., Tóth, T., Dorgai, L., Darula Zs., Lakatos, T., Silhavy, D., Kerényi, Z., Dallmann, G. (2020): Nectar- and stigma exudate-specific expression of an acidic chitinase could partially protect certain apple cultivars against fire blight disease. *Planta* 251: 20.
- [31] Szügyi, S., Sárdi, É. (2018). Connection between the disease resistance of sour cherry genotypes and the carbohydrate content of the leaf and phloem tissues. *Horticult. Sci. (Prague)* 45: 181-186.
- [32] Tóth, M., Ficzek, G., Király, I., Honty, K., Hevesi, M. (2013): Evaluation of old Carpathian apple cultivars as genetic resources of resistance to fire blight (*Erwinia amylovora*). *Trees* 27: 597-605.
- [33] Hrotkó, K. (2010): Intensive cherry orchard systems and rootstocks from Hungary. *Compact Fruit Tree* 43: 5-10.
- [34] Balogh, E., Halász, J., Soltész, A., Erős-Honti, Z., Gutermuth, Á., Szalay, L., Höhn, M., Vágújfalvi, A., Galiba, G., Hegedűs, A. (2019): Identification, structural and functional characterization of dormancy regulator genes in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Front. Plant Sci.* 10: 402.
- [35] Halász, J., Kodad, O., Galiba, G. M., Skola, I., Ercisli, S., Ledbetter, C. A., Hegedűs, A. (2019): Genetic variability is preserved among strongly differentiated and geographically diverse almond germplasm: an assessment by simple sequence repeat markers. *Tree Genet. Genomes* 15: 12.
- [36] Halász, J., Kodad, O., Hegedűs, A. (2014): Identification of a recently active *Prunus*-specific non-autonomous Mutator element with considerable genome shaping force. *Plant J.* 79: 220-231.
- [37] Gan, H. M., Szegedi, E., Fersi, R., Hudson, A. O., Burr, T., Savka, M. A. (2019): Insight into the microbial co-occurrence and diversity of 73 grapevine (*Vitis vinifera*) crown galls collected across the Northern Hemisphere. *Front. Microbiol.* 10: 1896.
- [38] Poczai, P., Hyvönen, J., Taller, J., Jahnke, G., Kocsis, L. (2013): Phylogenetic analyses of Teleki grapevine rootstocks using three chloroplast DNA markers. *Plant Mol. Biol. Rep.* 31: 371-386.
- [39] Horváth, B. O., Sardy, D. N., Kellner, N., Magyar, I. (2020): Effects of high sugar content on fermentation dynamics and some metabolites of wine-related yeast species *Saccharomyces cerevisiae*, *S. uvarum* and *Starmerella bacillaris*. *Food Technol. Biotechnol.* 58: DOI: 10.17113/ftb.58.01.20.6461
- [40] Lózsa, R., Xia, N., Deák, T., Bisztray, G. D. (2015): Chloroplast diversity indicates two independent maternal lineages in cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera*). *Genet. Resour. Crop Evol.* 62: 419-429.
- [41] Jombach, S. Li, H., Wang, G., Tian, G. (2020): Mapping and analyzing the park cooling effect on urban heat island in an expanding city: A case study in Zhengzhou City, China. *Land* 9: 57.

- [42] Szilágyi, K., Zelenák, F., Kanczlerne, Veréb, M., Gerzson, L., Balogh, P.I., Czeglédi, Cs. (2015): Limits of ecological load in public parks – on the example of Városliget. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 13: 427-448.
- [43] Boromisza Zs. (2012): Complex shore zone evaluation of lake Velence, Hungary. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 10:31-46.
- [44] Oláh, A. B. (2012): The possibilities of decreasing the urban heat island. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 10:173-183.
- [45] Szilágyi, K., Lahmer, Ch., Szabó, K (2020): Allées in landscape architecture and garden art—types, preservation, and renewal of the living heritage of baroque allées in Hungary. *Land* 9: 283.
- [46] Csepely-Knorr, L. (2016): *Budapest közpark-építészetének története a kiegyezéstől az első világháborúig*. Budapest Főváros Levéltára, Budapest, 160 p. ISBN: 9786155635021
- [47] Gerzson, L., Szilágyi, K., Bede-Fazekas Á. (2012): The long term preservation of an 18th century gene bank heritage – case study of the Széchenyis’ lime tree allée at Nagycenk. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 10:44-67.
- [48] Illyés, Zs., Báthoryné, Nagy I.R., Varga, D., Földi, Zs., Nádasy, L. (2019): Belterületi és települési zöldfelület-mintázatok átfogó vizsgálata stratégiai programok előkészítéséhez. *4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat* 53: 48-55.
- [49] Konkoly-Gyuró, É., Balázs, P., Tirászi, Á. (2019). Transdisciplinary approach of transboundary landscape studies: a case study of an Austro-Hungarian transboundary landscape. *Geografisk Tidsskrift* 119: 52-68.
- [50] Sallay, Á., Mikházi, Zs., Máté, K., Dancsokné, F.E., Filepné, K. K., Valánszki, I., Kollányi, L. (2016): The role of small towns in a potential ecoregion through the example of Fertő/Neusiedlesee cultural landscape. *Eur. Countryside* 3: 278-295.
- [51] Bakay, E. (2012): The role of housing estates’ green surfaces in forming the city climate of Budapest. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 10: 1-16.
- [52] Daood, H. G., Palotás, G., Somogyi, G., Pék, Z., Helyes, L. (2014): Carotenoid and antioxidant content of ground paprika from indoor-cultivated traditional varieties and new hybrids of spice red peppers. *Food Res. Internat.* 65: 231–237.
- [53] Helyes, L., Pék, Z., Lugasi, A. (2008): Function of the variety technological traits and growing conditions on fruit components of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* L. Karsten). *Acta Alimentaria* 37: 427-436.
- [54] Márkus, F., Kapitány, J., Csilléry, G., Szarka, J. (2001): *Xanthomonas* resistance in Hungarian 4 spice pepper varieties. *Internat. J. Horticult. Sci.* 7:73-77.
- [55] Pauk, J., Lantos, C., Somogyi, G., Vági, P., Ábrahám Táborosi, Z., Gémes Juhász, A., Mihály, R., Kristóf, Z., Somogyi, N., Tímár, Z. (2010): Tradition, quality and biotechnology in Hungarian spice pepper (*Capsicum annuum* L.) breeding. *Acta Agron. Hung.* 58: 259–266.
- [56] Somogyi, N., Somogyi, G., Taborosine Abraham, Z., Marotine Toth, K., Pauk, J., Lantos, C., Gemesne Juhasz, A., Garcia Pomar, M. I., Somogyi, B. (2011): Hybrid condiment paprika breeding and adaptation of production system in Hungary. *Acta Horticult.* 925: 37–42.
- [57] Gémes Juhász, A., Sági, Zs. (2020): Strategies in pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrid breeding. *Acta Horticult.* 1282: 441-446.

[58] Szabó, A., Gyepes, A., Nagy, Á., Abrankó, L., Gyorfí, J. (2012): The effect of UVB radiation on the vitamin D2 content of white and cream type button mushrooms (*Agaricus bisporus* LANGE/IMBACH) and oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (JACQ.) P. KUMM). *Acta Alimentaria* 41: 187–196.

[59] Hatvani, L., Kredics, L., Allaga, H., Manczinger, L., Vágvölgyi, C., Kuti, K., Geösel, A. (2017): First report of *Trichoderma aggressivum* f. *Aggressivum* green mold on *Agaricusbisporus* in Europe. *Plant Dis.* 101: 1052.

## MEZŐGAZDASÁGI BIOTECHNOLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

### Összefoglaló

A hazai mezőgazdasági biotechnológiai kutatások célja a termesztett növények és haszonállatok nemesítésének támogatása, betegség és stressz ellenállóságuk fokozása, a kedvező tulajdonságú egyedek felszaporítása, illetve génbankokban való megőrzése, valamint a belőlük előállított élelmiszeripari alapanyagok minőségének, biztonságának fokozása. Ehhez kapcsolódva számos esetben került sor a faj- és fajtaazonosításban, valamint a nemesítésben használható molekuláris markerek kimunkálására és alkalmazására. Jelentős sikereket értek el hazai kutatók az állati embriológia és az in vitro megtermékenyítés területén, aminek eredményeként célpárosításokból származó kiváló genetikai képességekkel bíró egyedek jöttek létre. Genetikai módosítással olyan fokozott ellenanyag-termelésre képes nyúl vonalat állítottak elő, amelyre nemzetközileg jegyzett vállalkozást lehetett alapítani. Kutatóink a német Hoechst A. G.-vel együttműködésben a kukorica génmódosítását megkönnyítő világszabadalmat jelentettek be, amelynek értékesítése lehetővé tette a világszerte nagy területen termesztett LibertyLink® kukorica hibridek előállítását. Egy ún. Haploid Szomaklón Nemesítési Módszer kidolgozása vezetett el az első hazai biotechnológiai eredetű növényfajta a 'Dáma' rizs előállításához, ami húsz éven keresztül a legnagyobb területen termesztett rizsfajta volt hazánkban. Több vírus rezisztens burgonya vonal előállítására is sor került, és jelentősek az eredmények a vírusdiagnosztikában is. Széles körben folyt a környezeti stressz toleranciát fokozó gének azonosítása és a tolerancia fokozásában való felhasználása. A növény-vírus kapcsolat kutatása vezetett el a géncsendesítés terén nemzetközileg úttörő eredményekhez. A modern genomikai kutatásokhoz kapcsolódva került sor hazánkban a gímszarvas, a mangalica és – nemzetközi együttműködésben – a búza genomszekvenciájának meghatározására. Emellett számos génbank jött létre a mikroalgáktól az ősi baromfifajtáig.

### Kulcsszavak

Betegség és stressz ellenállóság, biokontroll, biotechnológia, ellenanyag, embriológia, fagyállóság, fajtaazonosítás, génizolálás, génbank, genetikai módosítás, genomszekvencia, glutén érzékenység, haploid előállítás, in vitro megtermékenyítés, in vitro növényregeneráció, mikroszaporítás, molekuláris marker, nemzetközi szabadalom, növény-vírus kapcsolat, őshonos fajták, vírus rezisztencia.

A gödöllői **Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpontban** (MBK) folyó állatbiotechnológiai kutatások eredményeként a világon elsőként határozták meg a gímszarvas [1] és az őshonos mangalica sertés [2] genomszekvenciáját. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) kutatóival együttműködve olyan, fokozott ellenanyag termelésre képes nyúl vonalat hoztak létre [3,4], amire nemzetközi szabadalommal védett eljárást alapoztak [5]. Ezt az ImmunoGenes Kft. (<http://immunogenes.com>) hasznosítja azóta is. Ugyanitt a mézelő méh, gímszarvas, vaddisznó, házi sertés, házi nyúl faj-, alfaj- és fajtaazonosítására alkalmas molekuláris módszereket dolgoztak ki és baromfi ősvarsejt génbankot létesítettek régi magyar házityúk, gyöngytyúk, liba fajtákra alapozva [6]. Úttörő kutatásokat folytatva feltárták az RNS interferenciának (gén csendesítésnek) a növény-vírus kapcsolatban [7,8] és a növényi fejlődés szabályozásában [9] betöltött szerepét. Fontos eredményeket értek el a burgonyagumó kialakulásának molekuláris genetikai vizsgálatával és a burgonya biotechnológiai úton történő nemesítésével kapcsolatban is [10]. Molekuláris markerekkel körülhatároltak egy extrém vírusrezisztenciát biztosító gént, amelyre szelektálva a burgonya rezisztencianemesítése jelentős mértékben felgyorsítható. A MBK, az MTA ATK,



valamint a keszthelyi Burgonyakutatói Központ együttműködése eredményeként számos vírusellenálló transzgenikus burgonya növényt állítottak elő, amelyek szabadföldi kisparcellás kísérletekben is bizonyították ellenálló képességüket [11]. Létrehoztak uborka mozaik vírusnak ellenálló transzgenikus paprika és uborka növényeket is [12]. Új módszert dolgoztak ki vegetatívan szaporított fásszárúak (szőlő és csonthéjasok) vírusdiagnosztikájára [13]. Emellett dihaploid paprika vonalakat állítanak elő szolgáltatás szinten vetőmagtermesztő cégek megbízásából.

**A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpontja (MTA ATK) Mezőgazdasági Intézetének munkatársai** 1995-ben áttörést értek el a búza fagyállóságának kutatásában: nemzetközi együttműködés keretében molekuláris markerekkel térképezték a búza fagyállóságát és virágzási idejét meghatározó géneket a búza 5A kromoszómáján [14]. Molekuláris markerek és génexpressziós vizsgálatok segítségével megállapították, hogy a búza fagyállóságát a *CBF*-gének határozzák meg [15]. Bizonyították a miRNS-ek részvételét a stressz válaszban fontos szerepet játszó redox szabályozó rendszerben [16].

Az ATK-ban folytatott kutatások jelentős eredményei közé sorolható, hogy világviszonylatban is elsők között mutatták ki gabonafélékben a mikroszpóra eredetű *in vitro* haploidok fejlődésének citoplazmában kódolt genetikai szabályozását [17]. Ugyancsak elsők között állítottak elő búzában és kukoricában reduplikált haploidokat közvetlenül a táptalajba adagolt kolchicin kezeléssel [18]. Ezek az ismeretek is hozzájárultak a dihaploid technikák sikeres alkalmazásához a hazai fajta előállító nemesítésben. Elsőként igazolták az intézetben a szalicilsavnak a kukorica hidegtűrésében betöltött szerepét [19,20]. Rámutattak a fény jelentőségére a növényi stressz válaszok során [21,22], valamint több abiotikus stressz faktor esetében bizonyították a poliaminok, mint jelátvivő molekulák részvételét a stressztűrés kialakulásában [23,24]. Az MTA ATK kutatói nemzetközi együttműködésben elsőként készítették el a kenyérbúza referencia-allergiaterképét úgy, hogy a búza genomjában meghatározták a glutén érzékenység, illetve a búzaallergia kialakulásáért felelős fehérjecsaldokhoz tartozó gének pontos számát és kromoszómapozícióját [25]. A tanulmány megvalósításához alapvetően járult hozzá, hogy magyar kutatói részvétellel elkészült a kenyérbúza referenciagenomja, vagyis sikerült teljességében feltárni a búza genetikai állományát [26]. Sikeresen alkalmazták az intézetben a két-szülős búzapopulációk marker kapcsoltság térképeit különböző betegség ellenállósági és minőségi tulajdonságok genetikai komponenseinek azonosítására, majd ezeket a genetikai komponenseket markerekre alapozott szelekcióval beépítették nemesítési anyagokba [27,28].

Az **MTA ATK Növényvédelmi Kutatóintézet** kutatói hazai és nemzetközi együttműködésben kiemelkedő eredményeket értek el a növények életkorának (juvenilitás, szenescencia) a növény-kórokozó kölcsönhatásban betöltött szerepével kapcsolatban [29,30]. Igazolták, hogy az öregedés gátlása fokozza a növények antioxidáns kapacitását, és ezzel ellenállóságát a szövetelhalást (nekrózist) okozó kórokozókkal és stresszekkel szemben [31–33].

Az **MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpontjának Növénybiológiai Intézetében** úttörő kutatásokat folytattak a növényi sejtosztódás és *in vitro* növényregeneráció molekuláris szabályozó elemeinek azonosítása és jellemzése kapcsán [34,35]. *A Gabonakutató Intézettel (Szeged) és a német Hoechst AG-vel együttműködésben a kukorica génállományába történő génbeépítéssel kapcsolatos közös világszabadalmat hoztak létre [36–38]. A közös magyar-német szabadalmat megvásárolva kerültek előállításra a világszerte nagy területen termesztett LibertyLink® kukorica hibridek. A BASF adatai szerint a hibridek vetésterülete eddig több, mint 20,7 millió ha volt. A Solanum brevidens vad burgonyafaj több előnyös agronómiai tulajdonságát (levélsodródási és Y-vírus, Erwinia baktérium rezisztencia,*

hidegtűrés) sikerült beépíteniük a burgonya nemesítési tenyészanyagokba szomatikus sejthibridizációval, a Pannon Egyetem Burgonyakutatási Központjával együttműködésben [39]. Számos nemzetközi szabadalommal védett eljárást dolgoztak ki stressz (elsősorban szárazság) tűrő, illetve fokozott növekedési és termés jellemzőkkel bíró növények előállítására [40–42]. A kromoszómák számának megduplázásával olyan új poliploid rövid vágásfordulójú energiafűz fajtákat hoztak létre, melyek CO<sub>2</sub> megkötése és biomassza hozama megnövekedett [43]. A növények növekedésének és fiziológiai állapotának kvantitatív követésére kiépítettek egy komplex növényi stressz diagnosztikai rendszert [42]. Tevékenyen részt vettek a nemzetközi Arabidopsis inszerciós mutagenesis programokban [44]. Kidolgoztak egy új genetikai rendszert (Controlled cDNA Overexpression System), ami alkalmas eddig ismeretlen, a stressz válaszban szerepet játszó gének azonosítására [45]. Erre a szabadalmaztatott eljárásra alapozva több éves sikeres kutatási együttműködést folytattak a Bayer multinacionális vegyipari vállalattal. Egy másik kutatócsoportban új és hatékony, szabadalmaztatott eljárást dolgoztak ki algák hidrogén termelésének fokozására, ami által elérhetővé válhat az ipari mértékű H<sub>2</sub>-termelés [46].

**Az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszékén**, Magyarországon először állítottak elő, nemzetközi kooperációban, ehető vakcinát szövet-specifikus expresszióval rizsben [47]. Jelentős eredményeket értek el a búza tartalékfehérjéinek rizs modell rendszerben történő jellemzésével [48]. Együttműködésben az MTA ATK kutatóival azonosítottak a Bánkúti búzában több új tartalékfehérje gént és promoter régiót [49].

A Szent István Egyetem Kertészettudományi Karának munkatársai egy külföldön kezdett kutatást folytatva duplaszálú RNS-specifikus monoklonális ellenanyagokat állítottak elő [50], amelyek elvben bármely vírus kimutatására alkalmasak (51). Az ellenanyagokat egy hazai cég forgalmazza világszerte, használatukat 780 nemzetközi publikációban idézték és az mRNS-vakcinák minőségbiztosításában is alkalmazzák őket. A Mezőgazdaság- és Környezettudományi Karon újdonságnak számító Haploid Szomaklón Nemesítési Módszert dolgoztak ki [52]. A módszerrel állították elő Magyarországon az első biotechnológiai eredetű növényfajtát rizsben, a 'Dámát', ami 1992-ben állami elismerést (IV.2031./1992), később szabadalmi védelmet (000015/2003) kapott. A 'Dáma' 1992 és 2013 között 20 éven keresztül a legnagyobb területen termesztett rizsfajta volt hazánkban. Ezentúl, a Kárpát-medencében őshonos közel 100 szőlőfajtát mikroszatellit ujjlenyomattal jellemezték [53,54]. Az adatokból magyar Szőlő Mikroszatellit Adatbázist hoztak létre (<http://www.mkk.szie.hu/dep/gent>). Erre alapozva, markerekre alapozott szelekciót alkalmaztak szőlő lisztharmat és peronoszpóra-rezisztencia allélek azonosítására [55].

A Széchenyi István Egyetem (SZE) Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karán az 1990-es évek elején francia és német támogatással létrehozták és fenntartják a mintegy ezer törzset számláló Mosonmagyaróvári Algagyűjteményt (MACC, <https://plantbio.sze.hu/macc>). Világviszonylatban elsők között javasolták mikroalgák alkalmazását a növényi növekedés és fejlődés kedvező befolyásolására és a termésbiztonság növelésére, továbbá növényvédelmi célokra [56,57]. 2020-21-ben kerülhetnek piacra tömegtermesztett értékes MACC-törzseik. A Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karán baromfi fajok azonosítására alkalmas DNS alapú módszereket fejlesztettek [58] és biokontroll kutatási projekteket folytatnak [59]. A Debreceni Egyetem Agrárkutatóintézetek és Tangazdaság Nyíregyházi Kutatóintézetében hatékony *in vitro* mikroszaporítási technológiákat dolgoztak ki különböző lág-, és fásszárú növényfajokra [60]. Emellett *in vitro* eljárásokat

fejlesztettek ki és alkalmaztak különböző fajok genotípusainak gyors *in vitro* szelektálására különböző biotikus és abiotikus stresszekkel szemben [61,62].

Az **Állatorvostudományi Egyetem üllői Embrióátültető Állomásán** végzett kísérletek eredményeként születtek meg hazánkban az első bárányok *in vitro* termékenyített juh petesejtekből az 1990-es években [63]. Az Enyingi Zrt munkatársaival közös munkájuk eredményeként születtek meg ugyanekkor az első olyan lombikborjak, amelyek célpárosításból származtak. A petesejt donorok nagy teljesítményű, kiváló genetikai képességekkel bíró, valamilyen technikai okból (pl. betegség, sérülés stb.) selejtezett tehének voltak és ivarsejtjeiket csúcs genetikájú bikák spermájával termékenyítették egy Petri csészében [64].

Az **Állatorvostudományi Egyetem Andrológiai és Asszisztált Reprodukciós Kutatócsoportja** és a Szent János Kórház Budai Meddőségi Centruma közti együttműködésben kialakított fagyasztási technológiával sikeresen mélyhűtöttek petesejteket, majd a felolvasztást és termékenyítést követően ezeket visszaültetve világrajöttek az első újszülöttek Magyarországon [65]. Ezzel hazánk a világon a 8. , Európában a 3. és Közép- és Kelet Európában az első ország volt, ahol fagyasztott petesejtből gyermekek születtek. Olasz kollegákkal együttműködésben (Aldo Moro Egyetem, Bari) vizsgálták, hogy a különböző mélyhűtési eljárások (lassú hűtés vs. vitrifikáció) hogyan hatnak az eltérő stádiumban lévő embriók belső struktúrájára. Megvizsgálva a reaktív oxigén gyökök mennyiségét, a mitokondriális működés minőségét, valamint a kromatin állomány paramétereit elmondható, hogy a jobb embrióminőséget produkáló eljárás a vitrifikáció, a megfelelő stádium pedig a blasztociszta [66].

## Hivatkozások

- [1] Bana, N. Á., Nyiri, A., Nagy, J., Frank, K., Nagy, T., Stéger, V., Schiller, M., Lakatos, P., Sugár, L., Horn, P., Barta, E., Orosz, L. (2018): The red deer *Cervus elaphus* genome CerEla1.0: Sequencing, annotating, genes, and chromosomes. *Mol. Genet. Genomics* 293:665–684.
- [2] Molnár, J., Nagy, T., Stéger, V., Tóth, G., Marincs, F., Barta, E. (2014): Genome sequencing and analysis of mangalica, a fatty local pig of Hungary. *BMC Genomics* 15: 761. DOI: 10.1186/1471-2164-15-761.
- [3] Catunda Lemos, A. P., Cervenak, J., Bender, B., Hoffmann, O. I., Baranyi, M., Kerekes, A., Farkas, A., Bosze, Z., Hiripi, L., Kacskovics, I. (2012): Characterization of the rabbit neonatal Fc receptor (FcRn) and analyzing the immunophenotype of the transgenic rabbits that overexpresses FcRn. *PLoS One* 7: e28869. DOI: 10.1371/journal.pone.0028869.
- [4] Cervenak, J., Doleschall, M., Bender, B., Mayer, B., Schneider, Z., Doleschall, Z., Zhao, Y., Bösze, Z., Hammarström, L., Oster, W., Kacskovics, I. (2013): NFκB induces overexpression of bovine FcRn: A novel mechanism that further contributes to the enhanced immune response in genetically modified animals carrying extra copies of FcRn. *mAbs* 5: 860–871.
- [5] Bösze, Z., Kacskovics, I., Cervenak, J., Hiripi, L., Bender, B. (2009): *Transgenic animal with enhanced immune Response and method for the preparation thereof*. EP2097444A2, September 9, 2009. <https://patents.google.com/patent/EP2097444A2/un>
- [6] Molnár, M., Lázár, B., Sztán, N., Végi, B., Drobnyák, Á., Tóth, R., Liptói, K., Marosán, M., Gócza, E., Nandi, S., McGrew, M.J., Várkonyi, E.P. (2019): Investigation of the guinea fowl and domestic fowl hybrids as potential surrogate hosts for avian cryopreservation programmes. *Scientific Reports* 9:14284. DOI: 10.1038/s41598-019-50763-3.
- [7] Burgyán, J., Havelda, Z. (2011): Viral suppressors of RNA silencing. *Trends Plant Sci.* 16: 265–272.
- [8] Silhavy, D., Molnár, A., Lucioli, A., Szittyá, G., Hornyik, C., Tavazza, M., Burgyán, J. (2002): A viral protein suppresses RNA silencing and binds silencing-generated, 21- to 25-nucleotide double-stranded RNAs. *EMBO J.* 21:3070–3080.
- [9] Válóczy, A., Várallyay, E., Kauppinen, S., Burgyán, J., Havelda, Z. (2006): Spatio-temporal accumulation of microRNAs is highly coordinated in developing plant tissues. *Plant J.* 47: 140–151.
- [10] Stiller, I., Dulai, S., Kondrák, M., Tarnai, R., Szabó, L., Toldi, O., Bánfalvi, Z. (2008): Effects of drought on water content and photosynthetic parameters in potato plants expressing the trehalose-6-phosphate synthase gene of *Saccharomyces cerevisiae*. *Planta* 227: 299–308.
- [11] Bukovinszki, A., Divéki, Z., Csányi, M., Palkovics, L., Balázs, E. (2007): Engineering resistance to PVY in different potato cultivars in a marker-free transformation system using a “shooter mutant” *A. tumefaciens*. *Plant Cell Rep.* 26: 459–465.
- [12] Mihalka, V., Fari, M., Szasz, A., Balazs, E., Nagy, I. (2000): Optimized protocols for efficient plant regeneration and gene transfer in pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Plant Biotech.* 2: 143–149.
- [13] Czotter, N., Molnar, J., Szabó, E., Demian, E., Kontra, L., Baksa, I., Szittyá, G., Kocsis, L., Deak, T., Bisztray, G., Tusnady, G. E., Burgyan, J., Varallyay, E. (2018): NGS of virus-

derived small RNAs as a diagnostic method used to determine viromes of Hungarian vineyards. *Front. Microbiol.* 9: DOI: 10.3389/fmicb.2018.00122.

[14] Galiba, G., Quarrie, S. A., Sutka, J., Morgounov, A., Snape, J. W. (1995): RFLP mapping of the vernalization (Vrn1) and frost resistance (Fr1) genes on chromosome 5A of wheat. *Theor. Appl. Genet.* 90: 1174–1179.

[15] Vágújfalvi, A., Galiba, G., Cattivelli, L., Dubcovsky, J. (2003): The cold-regulated transcriptional activator Cbf3 is linked to the frost-tolerance locus Fr-A2 on wheat chromosome 5A. *Mol. Genet. Genomics* 269:60–67.

[16] Cao, J., Gulyás, Z., Kalapos, B., Boldizsár, Á., Liu, X., Pál, M., Yao, Y., Galiba, G., Kocsy, G. (2019): Identification of a redox-dependent regulatory network of miRNAs and their targets in wheat. *J. Exp. Bot.* 70: 85–99.

[17] Sági, L., Barnabás, B. (1989): Evidence for cytoplasmic control of in vitro microspore embryogenesis in the anther culture of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 78: 867–872.

[18] Barnabás, B., Pfahler, P. L., Kovács, G. (1991): Direct effect of colchicine on the microspore embryogenesis to produce dihaploid plants in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 81: 675–678.

[19] Janda, T., Szalai, G., Tari, I., Páldi, E. (1999): Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. *Planta* 208: 175–180.

[20] Janda, T., Szalai, G., Rios-Gonzalez, K., Veisz, O., Páldi, E. (2003): Comparative study of frost tolerance and antioxidant activity in cereals. *Plant Sci.* 164: 301–306.

[21] Majláth, I., Darko, E., Palla, B., Nagy, Z., Janda, T., Szalai, G. (2016): Reduced light and moderate water deficiency sustain nitrogen assimilation and sucrose degradation at low temperature in durum wheat. *J. Plant Physiol.* 191: 149–158.

[22] Novák, A., Boldizsár, Á., Ádám, É., Kozma-Bognár, L., Majláth, I., Bága, M., Tóth, B., Chibbar, R., Galiba, G. (2016): Light-quality and temperature-dependent CBF14 gene expression modulates freezing tolerance in cereals. *J. Exp. Bot.* 67: 1285–1295.

[23] Pál, M., Tajti, J., Szalai, G., Peeva, V., Végh, B., Janda, T. (2018): Interaction of polyamines, abscisic acid and proline under osmotic stress in the leaves of wheat plants. *Scientific Reports* 8: 12839. DOI: 10.1038/s41598-018-31297-6.

[24] Pál, M., Csávás, G., Szalai, G., Oláh, T., Khalil, R., Yordanova, R., Gell, G., Birinyi, Z., Németh, E., Janda, T. (2017): Polyamines may influence phytochelatin synthesis during Cd stress in rice. *J. Hazard. Mater.* 340: 272–280.

[25] Juhász, A., Belova, T., Florides, C. G., Maulis, C., Fischer, I., Gell, G., Birinyi, Z., Ong, J., Keeble-Gagnère, G., Maharajan, A., Ma, W., Gibson, P., Jia, J., Lang, D., Mayer, K. F. X., Spannagl, M. (2018): International wheat genome sequencing consortium, Tye-Din, J. A., Appels, R., Olsen, O.-A. genome mapping of seed-borne allergens and immuno responsive proteins in wheat. *Sci. Adv.* 4: eaar8602. DOI: 10.1126/sciadv.aar8602.

[26] International Wheat Genome Sequencing Consortium (IWGSC) (2018): Shifting the limits in wheat research and breeding using a fully annotated reference genome. *Science* 361: 6403. DOI: 10.1126/science.aar7191.

- [27] Vida, G., Gál, M., Uhrin, A., Veisz, O., Syed, N. H., Flavell, A. J., Wang, Z., Bedő, Z. (2009): Molecular markers for the identification of resistance genes and marker-assisted selection in breeding wheat for leaf rust resistance. *Euphytica* 170: 67–76.
- [28] Karsai, I., Szucs, P., Mészáros, K., Filichkina, T., Hayes, P. M., Skinner, J. S., Láng, L., Bedo, Z. (2005): The Vrn-H2 locus is a major determinant of flowering time in a facultative x winter growth habit barley (*Hordeum vulgare* L.) mapping population. *Theor. Appl. Genet.* 110: 1458–1466.
- [29] Barna, B., Györgyi, B. (1992): Resistance of young versus old tobacco leaves to necrotrophs, fusaric acid, cell wall-degrading enzymes and autolysis of membrane lipids. *Phys. Mol. Plant Pathol.* 40:247–257.
- [30] Pogány, M., Koehl, J., Heiser, I., Elstner, E. F., Barna, B. (2004): Juvenility of tobacco induced by cytokinin gene introduction decreases susceptibility to tobacco necrosis virus and confers tolerance to oxidative stress. *Phys. Mol. Plant Pathol.* 65: 39–47.
- [31] Barna, B., Gémes, K., Domoki, M., Bernula, D., Ferenc, G., Bálint, B., Nagy, I., Fehér, A. (2018): Arabidopsis NAP-related proteins (NRPs) contribute to the coordination of plant growth, developmental rate, and age-related pathogen resistance under short days. *Plant Sci.* 267: 124–134.
- [32] Harrach, B. D., Baltruschat, H., Barna, B., Fodor, J., Kogel, K.-H. (2013): The mutualistic fungus *Piriformospora indica* protects barley roots from a loss of antioxidant capacity caused by the necrotrophic pathogen *Fusarium culmorum*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 26: 599–605.
- [33] Barna, B., Fodor, J., Harrach, B. D., Pogány, M., Király, Z. (2012): The Janus face of reactive oxygen species in resistance and susceptibility of plants to necrotrophic and biotrophic pathogens. *Plant Physiol. Biochem.* 59: 37–43.
- [34] Hirt, H., Páy, A., Györgyey, J., Bakó, L., Németh, K., Bögre, L., Schweyen, R. J., Heberle-Bors, E., Dudits, D. (1991): Complementation of a yeast cell cycle mutant by an alfalfa CDNA encoding a protein kinase homologous to P34cdc2. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 88: 1636–1640.
- [35] Magyar, Z., Mészáros, T., Miskolczi, P., Deák, M., Fehér, A., Brown, S., Kondorosi, E., Athanasiadis, A., Pongor, S., Bilgin, M., Bakó, L., Koncz, C., Dudits, D. (1997): Cell cycle phase specificity of putative cyclin-dependent kinase variants in synchronized alfalfa cells. *Plant Cell* 9: 223–235.
- [36] Dudits D., Mórocz S., Németh J., Donn G. (1997): *Zea mays* (L.) with capability of long term, highly efficient plant regeneration including fertile transgenic maize plants having a heterologous gene, and their preparation. July 21, 1997. <http://europepmc.org/patents/PAT/US6284945>
- [37] Golovkin, M. V., Ábrahám, M., Mórocz, S., Bottka, S., Fehér, A., Dudits, D. (1993): Production of transgenic maize plants by direct DNA uptake into embryogenic protoplasts. *Plant Sci* 90: 41–52.
- [38] Mórocz, S., Donn, G., Nérneth, J., Dudits, D. (1990): An improved system to obtain fertile regenerants via maize protoplasts isolated from a highly embryogenic suspension culture. *Theor. Appl. Genet.* 80: 721–726.

- [39] Preiszner, J., Fehér, A., Veisz, O., Sutka, J., Dudits, D. (1991): Characterization of morphological variation and cold resistance in interspecific somatic hybrids between potato (*Solanum tuberosum* L.) and *S. brevidens* Phil. *Euphytica* 57: 37–49.
- [40] Oberschall, A. (2000): A novel aldose/aldehyde reductase protects transgenic plants against lipid peroxidation under chemical and drought stresses. *Plant J.* 24: 437–446.
- [41] Deák, M., Horváth, G. V., Davletova, S., Török, K., Sass, L., Vass, I., Barna, B., Király, Z., Dudits, D. (1999): Plants ectopically expressing the iron-binding protein, ferritin, are tolerant to oxidative damage and pathogens. *Nat. Biotechnol* 17: 192–196.
- [42] Fehér-Juhász, E., Majer, P., Sass, L., Lantos, C., Csiszár, J., Turóczy, Z., Mihály, R., Mai, A., Horváth, G. V., Vass, I., Dudits, D., Pauk, J. (2014): Phenotyping shows improved physiological traits and seed yield of transgenic wheat plants expressing the alfalfa aldose reductase under permanent drought stress. *Acta Physiol. Plant.* 36: 663–673.
- [43] Dudits, D., Török, K., Cseri, A., Paul, K., Nagy, A. V., Nagy, B., Sass, L., Ferenc, G., Vankova, R., Dobrev, P., Vass, I., Ayaydin, F. (2016): Response of organ structure and physiology to autotetraploidization in early development of energy willow *Salix viminalis*. *Plant Physiol.* 170: 1504–1523.
- [44] Szabados, L., Kovács, I., Oberschall, A., Abrahám, E., Kerekes, I., Zsigmond, L., Nagy, R., Alvarado, M., Krasovskaja, I., Gál, M., Berente, A., Rédei, G. P., Haim, A. B., Koncz, C. (2002): Distribution of 1000 sequenced T-DNA tags in the *Arabidopsis* genome. *Plant J.* 32: 233–242.
- [45] Papdi, C., Abrahám, E., Joseph, M. P., Popescu, C., Koncz, C., Szabados, L. (2008): Functional identification of *Arabidopsis* stress regulatory genes using the controlled CDNA overexpression system. *Plant Physiol.* 147: 528–542.
- [46] Nagy V., Tóth, S. Z. (2017): *Photoautotrophic and sustainable production of hydrogen in algae*. EP 3360968 A1, February 8, 2017. <https://lens.org/158-025-127-395-507>
- [47] Oszvald, M., Kang, T.-J., Tomoskozi, S., Tamas, C., Tamas, L., Kim, T.-G., Yang, M.-S. (2007): Expression of a synthetic neutralizing epitope of porcine epidemic diarrhea virus fused with synthetic B subunit of *Escherichia coli* heat labile enterotoxin in rice endosperm. *Mol. Biotechnol.* 35: 215–223.
- [48] Oszvald, M., Balázs, G., Pólya, S., Tömösközi, S., Appels, R., Békés, F., Tamás, L. (2013): Wheat storage proteins in transgenic rice endosperm. *J. Agric. Food. Chem.* 61: 7606–7614.
- [49] Juhász, A., Larroque, O. R., Tamás, L., Hsam, S. L. K., Zeller, F. J., Békés, F., Bedo, Z. (2003): Bánkúti 1201-an old Hungarian wheat variety with special storage protein composition. *Theor. Appl. Genet.* 107: 697–704.
- [50] Richter, A., Oberstass, J., Lukacs, N. (1991): Characterization of monoclonal-antibodies recognizing dsRNA-structure. *Biol. Chem. Hoppe-Seyler* 372: 736–736.
- [51] Lukács, N. (1994): Detection of virus infection in plants and differentiation between coexisting viruses by monoclonal antibodies to double-stranded RNA. *J. Virol. Methods* 47: 255–272.
- [52] Heszky, L. E., Li, S. N., Simon, I. K., Kiss, E., Lökös, K., Do, Q. B. (1991): In vitro studies on rice in Hungary. In: Bajaj, Y.P.S. (ed.): *Rice. Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Springer, Berlin, Heidelberg, pp 619–641.

- [53] Galbács, Z., Molnár, S., Halász, G., Kozma, P., Hoffmann, S., Kovacs, L., Veres, A., Galli, Z., Szőke, A., Heszky, L., Kiss, E. (2009): Identification of grapevine cultivars using microsatellite-based DNA barcodes. *Vitis* 48: DOI: 10.5073/vitis.2009.48.17-24.
- [54] Halász, G., Veres, A., Kozma, P., Kiss, E., Balogh, A., Galli, Z., Szőke, A., Hoffmann, S., Heszky, L. (2005): Microsatellite fingerprinting of grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties of the Carpathian basin. *Vitis* 44: 173–180.
- [55] Katula-Debreceni, D., Lencsés, A. K., Szőke, A., Veres, A., Hoffmann, S., Kozma, P., Kovács, L. G., Heszky, L., Kiss, E. (2010): Marker-assisted selection for two dominant powdery mildew resistance genes introgressed into a hybrid grape population. *Sci. Hort.* 126: 448–453.
- [56] Takács, G., Stirk, W. A., Gergely, I., Molnár, Z., van Staden, J., Ördög, V. (2019): Biostimulating effects of the cyanobacterium *Nostoc piscinale* on winter wheat in field experiments. *S. Afr. J. Bot.* 126: 99–106.
- [57] Tóth, J., Gergely, I., Berzsenyi, Z., Ördög, V. (2019): Influence of *Nostoc entophyllum* and *Tetracystis* sp. on winter survival of rapeseed. *J. Agr. Sci. Tech. B9*: DOI: 10.17265/2161-6264/2019.04.004.
- [58] Tisza, Á., Csikós, Á., Simon, Á., Gulyás, G., Jávör, A., Czeglédi, L. (2016): Identification of poultry species using polymerase chain reaction-single strand conformation polymorphism (PCR-SSCP) and capillary electrophoresis-single strand conformation polymorphism (CE-SSCP) methods. *Food Contr.* 59: 430–438.
- [59] Pusztahelyi, T., Holb, I. J., Pócsi, I. (2015): Secondary metabolites in fungus-plant interactions. *Front. Plant Sci.* 6: DOI: 10.3389/fpls.2015.00573.
- [60] Dobránszki J. (2016): A meggy mikroszaporítása. In: Nyéki J., Szabó T., Soltész M. (eds.): *Meggy: A jövedelmező intenzív termesztés alapjaival*. Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Nonprofit Közhasznú Kft., Újfehértó, pp 111–118.
- [61] Hudák, I., Hevesi, M., Dobránszki, J., Magyar-Tábori, K. (2009): In vitro tests of resistance to soft rot erwiniae on potato tubers. *Acta Hort.* 812: 103–106.
- [62] Magyar-Tábori, K., Mandler-Drienyovszki, N., Dobránszki, J. (2011): Models and tools for studying drought stress responses in peas. *OMICs* 15: 829–838.
- [63] Cseh, S., Treuer, Á., Besenfelder, U., Brem, G., Bényei, B., Seregi, J. (1995): In vitro fertilizációval (IVF) előállított juhembriók sikeres átültetése. *Magy. Állatorv. Lapja* 50: 839–841.
- [64] Seregi, J., Treuer, Á., Cseh, S. (1994): In vitro fertilizációval (IVF) előállított, mélyhűtött szarvasmarha-embriók sikeres átültetése. *Magy. Állatorv. Lapja* 49: 523–525.
- [65] Konc, J., Kanyo, K., Varga, E., Kriston, R., Cseh, S. (2008): Oocyte cryopreservation: The birth of the first Hungarian babies from frozen oocytes. *J. Assist. Reprod. Genet.* 25: 349–352.
- [66] Martino, N. A., Dell'Aquila, M. E., Cardone, R. A., Somoskoi, B., Lacalandra, G. M., Cseh, S. (2013): Vitrification preserves chromatin integrity, bioenergy potential and oxidative parameters in mouse embryos. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 11: 27. DOI: 10.1186/1477-7827-11-27.



## NÖVÉNYNEMESÍTÉSI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

### Összefoglaló

Az elmúlt évtizedek technológiai fejlesztései az agráriumot is elérték, a GPS alapú precíziós gazdálkodás, és döntés-előkészítő modellek fokozatos alkalmazása a növénytermesztésben jelentősen növelheti a termesztés hatékonyságát. Mindez az előrehaladás azonban hiábavaló, ha nem egészíti ki a termesztés biológiai alapjainak fejlesztése. A növénynemesítés célja a folyamatosan változó környezeti elemekhez és fogyasztói igényekhez jobban igazodó új növényfajták és hibridek előállítására, amelyek e szempontok mellett még gazdaságosan és környezet-kímélő módon is termesztethetők. A klímaváltozás és a népességnövekedés tükrében a növénynemesítési tevékenység még jobban felértékelődik, mivel sokkal rövidebb idő alatt kell a jobb alkalmazkodó képességű fajtákat előállítani. A növénynemesítés komplex tevékenység. Sikerességének biztosítéka az alapvető kutatási eredmények célirányos beépítése a nemesítési fejlesztőtevékenységbe. Ezek együttesen képezik azt az innovációt, amelynek eredményeképp megszületik egy új növényfajta.

A magyar kertészeti és szántóföldi növénynemesítés évszázados hagyományokra tekint vissza, számos híres fajtát és módszertani újítást felvonultatva. Gondoljunk csak a Bánkúti 1201 búzafajtára, az Érdi bőtermő meggyfajtára, vagy a hibridkukorica és a tritikálé nemesítésére. Az elmúlt 30 év jelentős változásokat hozott a magyar mezőgazdaság tulajdoni-, termelési és értékesítési rendszereiben. A magyar növénynemesítők helyzetét tovább nehezítette az, hogy a fajtaelőállítás tevékenység megmértetése nemzetközi környezetbe került, miközben a finanszírozási rendszerek kiszámíthatatlanabbá váltak. E nehézségek ellenére a magyar növénynemesítés az elmúlt 30 évben is számos kiemelkedő eredményt ért el, amelyeket az MTA Növénynemesítési Tudományos Bizottsága 2019-ben egy jubileumi könyvben gyűjtött össze és jelentetett meg (1). E könyvből szemezgettünk az itt közreadott fejezetben.

### Kulcsszavak

Termesztett szántóföldi és kertészeti növényfajok nemesítése, biológiai alapok változékonysága, növényi molekuláris nemesítés és genetika, precíziós nemesítés, organikus nemesítés, nagy áteresztőképességű szelekciós módszerek, alkalmazott biotechnológiai módszerek, klíma adaptáció és fenntarthatóság, abiotikus és biotikus stressz rezisztencia nemesítés, beltartalmi tulajdonságok.

### Szántóföldi növények nemesítési kutatásai

Az ATK MGI és jogelődjeinél korábban Bedő Zoltán és Láng László, jelenleg pedig Vida Gyula irányításával működő martonvásári kalászos gabona nemesítési program tevékenysége eredményeként 8 fajtából 127 fajta, köztük 92 őszi búzafajta elismerésére került sor az elmúlt 30 évben [1-3]. A búzafajták jelenleg is piacvezetők Magyarországon, emellett 20 országban tesztelték és/vagy termesztették ezeket az elmúlt években. Bevezették a molekuláris markerszelekciót a biotikus és abiotikus stressz-rezisztencia javítására irányuló nemesítésben [4]. A gabona génbank és az organikus nemesítés elindításával hozzájárultak a búzafajták genetikai bázisának és alternatív hasznosítási lehetőségének bővítéséhez [5]. A Kukoricánemesítési Osztály (Szundy Tamás, Marton Csaba, Hadi Géza és Pintér János) által nemesített kukorica hibridek közül az elmúlt 30 évben 135 részesült állami elismerésben, az EU-ban és azon kívül [6]. Vetésterületük meghaladja a 10 millió ha-t. Az új fajták előállításához felhasználják a legújabb nemesítési módszereket (DH, MAS) és kutatási eredményeket [7]. Az új hibridek biotikus és abiotikus stresszekkel szemben kiváló ellenálló képességgel rendelkeznek, termőképességük és beltartalmi minőségük kiemelkedő [8, 9].

A GK Kft és jogelődjeiben (GKI, GK Kht.) 22 szántóföldön termesztett növényfaj kutatása, nemesítése és vetőmag forgalmazása történik (10). Az utolsó 30 évben 201 államilag elismert fajta és hibrid született, amiből jelenleg 123 szerepel a magyarországi fajtalistákon, míg külföldön a fajtaelismerések száma 81 volt. Szabadalomban vagy fajtaoltalomban részesült fajták száma 140, ebből jelenleg is oltalommal védett 62. A nemesítési törzsek jellemzését és a szelekciót saját fejlesztésű komplex stressz diagnosztikai rendszer, és egy automata esőárnyékoló berendezés segítségével is végzik [11-13]. A nemesítési folyamat gyorsítása érdekében az *in vitro* DH módszert öt növényfaj esetében használják [14, 15]. A szem és lisztminőséggel kapcsolatos módszerfejlesztések kiemelt szempontok a szegedi kalászosok szelekciójában [16, 17].

A Kaposvári Egyetem Takarmánytermesztési Kutatóintézetében sikeres napraforgó és szójanemesítést folytattak. Tanulmányozták a kaszattermés kialakulásának folyamatát növekedés analízissel és molekuláris markerekkel [1, 18].

Az Eszterházy Károly Egyetem Fleischmann Rudolf Kutatóintézete elmúlt 30 évének legjelentősebb kutatási eredményei közé tartozik számos őszi árpafajta, és külföldön is termesztett kender és lucernafajta előállítás [1, 19].

A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézete meghatározó szerepet tölt be a jó adaptív képességű alternatív cereáliák (köles, mohar, fénymag, pohánka), a zöldítésben alkalmazható növényfajok (olajretek, pohánka, csillagfürt, bükköny), valamint a humán fogyasztásra alkalmas magpillangósok (lencse) nemesítésében. A Karcagi Kutatóintézet növénytermesztési és fajtafenntartási kutatócsoportja jelentős eredményeket ért el a Nagykunság szélsőséges agroökológiai feltételeihez alkalmazkodó őszi kalászos és egyéb alternatív növények tájfajtáinak nemesítésében, különös tekintettel a szárazság- és sótűrésre [1].

A SZIE Genetikai és Biotechnológiai Intézetében állították elő az első biotechnológiai úton nemesített növényfajtát hazánkban: Simonné Kiss Ibolya, Heszky László és Budai Sándorné: 'Dáma' rizsfajtája húsz éven keresztül a legnagyobb területen termesztett fajta volt [20]. E jelentős eredményt a Mezőgazdasági Biotechnológiai Tudományos Bizottság ismerteti részletesen.

A Mosonmagyaróvári Kar nemesítői gabonafélék (búza, tönköly, és tritikálé), kertészeti kultúrák (sütőtök, mustár), szál- és abrakarmányok (görögszéna, lucerna, komócsin) és étkezési hüvelyesek (lóbab, borsó, szója, bab) fajtaelőállításában, termesztéstechnológiájuk és hasznosíthatóságuk kidolgozásában vettek részt [1].

Magyar magán-nemesítés 154 helyen folyik, eredménye jelenleg 806 fajta. Fleischmann Rudolf – díj elismerésben részesültek: Samir Rady, Márk Gergely, Tóth Sándorné, Kajdi Ferenc, Orlóczy László, Csilléry Gábor, Kruppa József, Barabits Elemér, Ruskó József [1].

## **Kertészeti növények nemesítési kutatásai**

A NAIK Gyümölcs és Dísznövénytermesztési Kutató Intézetében, Érden Apostol János és munkatársai cseresznye és meggy nemesítés terén értek el jelentős sikereket. Fertődön Porpáczy Aladár, Kollányi László és munkatársai foglalkoztak intenzíven a bogyós gyümölcsűek nemesítésével, ribiszke, málna, szeder, szedermálna, szamóca, fekete berkenye fajtáik kaptak állami minősítést [1].

A Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen és jogutód intézményeiben működő növénytermesztési műhelyekben – Bernáth Jenő, Tóth Magdolna, Pedryc Andrzej és Schmidt Gábor vezetésével – környezet- és költségkímélő termesztésre alkalmas és az egészségvédelem szempontjából kiemelkedő értékű gyógynövény- és gyümölcsfajták, valamint dísznövények sorával gazdagították a fajtaválasztékot [1, 21 – 23].

A PTE Szőlészeti Borászati Kutatóintézet nemesítői több borszőlő klón és rezisztens fajta előállításában vettek részt. Az intézet szőlő génbankja európai jelentőségű [1, 24].

A Pannon Egyetem Georgikon Kar Kertészeti Tanszékén Id. és Ifj. Kovács János, vezetésével folyt sikeres paprikanemesítés. A szőlőnemesítési programban Bakonyi Károly és Kocsis László vezetésével számos borszőlő alanyt, és fajtát állítottak elő. Kiemelkedő eredményeket értek el a szőlőgyökértetű biológiájának és az alanyok ellenállóságának kutatásában. Iváncsics József és Kocsisné Molnár Gitta a körtefajták virágzásbiológiája és a tájfajták értékelése terén végeztek eredményes munkát [1, 25, 26].

A Pannon Egyetem Burgonyakutatási Központjában Polgár Zsolt és kollégái kiemelkedő eredményeket értek el a burgonyatermesztés hatékonyságát, környezeti és élelmiszerbiztonságát jelentősen növelni képes fajták előállítására terén, amelyekben sikeresen ötvözték a vad burgonya fajokból származó rezisztenciákat a termesztett burgonya kiváló termőképességi és minőségi jellemzőivel [1, 27].

## **Növénynemesítést megalapozó és alkalmazott kutatások**

Az ATK MGI és jogelődjeinél folyó előnemesítési programban Lángné Molnár Márta csoportja a búzával rokon fajokból molekuláris genetikai és citogenetikai módszerekkel épített be kedvező agronómiai tulajdonságokért felelős kromoszómákat, kromoszóma szakaszokat a termesztett búzába [28]. Veisz Ottó és munkatársai a klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak csökkentését elméleti és gyakorlati oldalról megközelítő, az adaptáció lehetőségét vizsgáló, a növényi rezisztenciát középpontba állító kutatásaival nemzetközi szinten is kiemelkedő eredményeket értek el [29, 30]. Karsai Ildikó és munkatársai fontos felfedezéseket tettek a télállóság, kalászolási idő és környezeti adaptáció genetikai komponenseinek vizsgálata terén [31, 32]. Rakszegi Marianna és munkatársai úttörő kísérleteket végeztek a búza sütőipari és táplálkozási minőségét meghatározó összetevők (tartalékfehérjék, rostanyagok, keményítő és bioaktív komponensek) diverzitásának vizsgálatával [33, 34]. Marton Csaba vezette kukorica hidegtűrési kutatások hozzájárultak igen korai érésű, hidegtűrő kukorica hibridek előállításához, melyek segítették a kukorica észak-európai terjedését [35].

A GK Kft. és jogelődjeinél Mesterházy Ákos és munkatársai nemzetközileg is kiemelkedő eredményeket értek el a búza és kukorica toxintermelő gombáival szembeni ellenállóság növelésében [36, 37], igazolták, hogy az ellenállóság a legfontosabb toxinszabályozó tényező [38, 39]. Pauk János és munkatársai kidolgozták több gabonafaj *in vitro* androgenezis módszerét homozigóta vonalak és fajták előállítására [40], valamint jelentős eredményeket értek el az abiotikus stresszkutatás terén a komplex stresszdiagnosztikai vizsgálatok fejlesztésével [41].

Az MTA-MBK-SZIE Mykológiai Kutatócsoportja molekuláris diagnosztikai módszereket fejlesztett ki a gabonafélék kalászhervadását okozó, mikotoxin-termelő *Fusarium*-fajok gyors kimutatására. Európa öt országában, köztük hazánkban folytatott többéves felmérések alapján járványmodelleket dolgoztak ki, amelyek segítségével megvalósítható a fungicid-kezelések pontos, környezetkímélő időzítése [42 – 45].

A DE AKIT növénybiotechnológiai kutatócsoport számos növényfajra (burgonya, borsó, napraforgó stb.) dolgozott ki hatékony *in vitro* szaporítási technológiákat, illetve eljárásokat *in vitro* szelekció alkalmazására különböző biotikus és abiotikus stresszekkel szemben [46].

A SZIE Genetika és Biotechnológiai Intézet Növénynemesítési Csoportjában Hajósné Novák Márta elsőként dokumentált pontmutációkat okozó transzpozon tevékenységet izoenzimekkel tetraploid kukorica szinten [47]. A Molekuláris Növénynemesítés csoport Heszky László és Kiss Erzsébet irányításával, Kozma Pállal közösen genotipizálta a Kárpát-medencében őshonos, köztermesztésben levő vagy génbanki szőlőfajtákat, marker alapú szelekciót alkalmaztak szőlő liztharmat és peronoszpóra-rezisztencia előrejelzésére, valamint liztharmat-indukálta géneket azonosítottak [48, 49].

A Pannon Egyetem Georgikon Kar Növénytudományi és Biotechnológiai Tanszékén Hoffmann Borbála vezetésével különböző növényfajokban azonosítottak fokozott víz és tápanyag-hasznosító képességű fajtákat [30, 50]. Taller János kutatócsoportjának munkája alapján a burgonya vírus-rezisztencia genetikai hátterének megismerését több tanulmányban közölték [51].

## Hivatkozások

- [1] Bedő Z, Bóna L, Karsai I, Kruppa J, Matuz J, Oláh IA, Polgár Z, Veisz O (eds.) (2019): *A magyar növénynevelés eredményei az ezredfordulón (1990–2018)*. Agroinform, Budapest, p. 309.
- [2] Bedő, Z, Láng, L, Vida, G, Molnár-Láng, M, Veisz, O (2017): Breeding for adaptation traits of wheat in Eastern European environments the Hungarian example. *J. Crop Breed. Genet.* 3:1-11.
- [3] Vida G, Bányai J, Bedő Z, Cséplő M, Kuti C, Láng L, Mayer M, Megyeri M, Mészáros K, Mikó P, Puskás K, Rakszegi M, Tóth V, Tremmel-Bede K, Varga B, Varga-László E, Veisz O (2019): A martonvásári kalászos gabona nevelési program genetikai bázisa, céljai és eszközei. In: Veisz O (ed.): *A martonvásári agrárkutatások hetedik évtizede*. Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár, pp. 116–131.
- [4] Vida, G, Gál, M, Uhrin, A, Veisz, O, Syed, NH, Flavell, AJ, Wang, Z, Bedő, Z (2009): Molecular markers for the identification of resistance genes and marker-assisted selection in breeding wheat for leaf rust resistance. *Euphytica* 170: 67–76.
- [5] Mikó, P, Löschenberger, F, Hiltbrunner, J, Aebi, R, Megyeri, M, Kovács, G, Molnár-Láng, M, Vida, G, Rakszegi, M (2014): Comparison of bread wheat varieties with different breeding origin under organic and low input management. *Euphytica* 199: 69–80.
- [6] Marton LCs, Pintér J, Spitkó T, Szőke Cs, Tóthné Zsubori Zs, Berzy T (2019): FAO 150-650 tenyészidejű, stressztoleráns kukorica hibridek szelekciója. In: Veisz O (ed.) *A martonvásári agrárkutatások hetedik évtizede*. Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár, pp. 132–149.
- [7] Spitkó, T, Sági, L, Pintér, J, Marton, CL, Barnabás, B (2006): Field performance of hybrids developed from doubled haploid maize inbred lines. *Cereal Res. Commun.* 34: 665-668.
- [8] Spitkó, T, Nagy, Z, Zsubori, ZT, Halmos, G, Bányai, J, Marton, LC (2014): Effect of drought on yield components of maize hybrids (*Zea mays* L). *Maydica* 59: 163-169.
- [9] Marton, LC, Szőke, C, Pintér, J, Bodnár, E (2009): Studies on the tolerance of maize hybrids to western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). *Maydica* 54: 217-220.
- [10] Matuz J, Bóna L (eds.) (2019): *Célok és eredmények a 95 éves Gabonakutatóban*. Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged
- [11] Matuz, J, Cseuz, L, Fónad, P, Pauk, J (2008): Wheat breeding for drought resistance by novel field selection methods. *Cereal Res. Commun.* 36: 123-126.
- [12] Majer, P, Sass, L, Lelley, T, Cseuz, L, Vass, I, Dudits, D, Pauk, J (2008): Testing drought tolerance of wheat by a complex stress diagnostic system installed in greenhouse. *Acta Biol. Szegediensis* 52: 97-100.
- [13] Kenny, P, Deák, Z, Csósz, M, Purnhauser, L, Vass, I (2011): Characterization and early detection of tan spot disease in wheat *in vivo* with chlorophyll fluorescence imaging. *Acta Biol. Szegediensis* 55: 87-90.
- [14] Lantos, C, Bóna, L, Boda, K, Pauk, J (2014): Comparative analysis of *in vitro* anther- and isolated microspore culture in hexaploid Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) for androgenic parameters. *Euphytica* 197: 27-37.

- [15] Lantos, C, Bóna, L, Nagy, É, Békés, F, Pauk, J (2018). Induction of *in vitro* androgenesis in anther and isolated microspore culture of different spelt wheat (*Triticum spelta* L.) genotypes. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 133: 385-393.
- [16] Ács, E, Kovács, Z, Matuz, J (1996): Bread from corn starch for dietetic purposes. I. Structure formation. *Cereal Res. Commun.* 24: 441-449.
- [17] Langó, B, Jaiswal, S, Bóna, L, Tömösközi, S, Ács, E, Ravindra, C (2018): Grain constituents and starch characteristics influencing *in vitro* enzymatic starch hydrolysis in Hungarian triticale genotypes developed for food consumption. *Cereal Chem.* 95: 861-871.
- [18] Csikász, T, Alföldi, Z, Józsa, S, Treitz, M (2002): Growth analysis of the grain filling process in sunflower. *Acta Biol. Szegediensis* 46: 191-193.
- [19] Törjék, O, Bucherna, N, Kiss, E, Homoki, H, Finta-Korpelová, Z, Bócsa, I, Nagy, I, Heszky, L (2002): Novel male specific molecular markers (MADC5, MAD6) for sex identification in hemp. *Euphytica* 27: 209-218.
- [20] Heszky, L, Kiss, I (1992): 'DAMA' az első magyar "biotech" növényfajta. *Növénytermelés* 41: 555-557.
- [21] Bernáth, J, Németh, É (2012): Poppy: Utilization and genetic resources. In: Ram, J Singh (eds.): *Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement*. CRC Press, Boca Raton, pp. 353-392.
- [22] Pedryc, A, Hermán, R (2012): New apricot cultivars bred at the Corvinus University of Budapest, Hungary. *Acta Horticult.* 966: 205-210.
- [23] Tóth, M, Ficzek, G, Király, I, Kovács, S, Hevesi, M, Halász, J, Szani, Z (2012): Artemisz, Cordelia, Hesztia and Rosmerta: new Hungarian multi-resistant apple cultivars. *HortScience* 47: 1795-1800.
- [24] Werner, J, Hartman, B, Nagy, D, Kozma, P (2013): Improvement of the grapevine variety 'Kadarka' by the selection of new clones. *Internat. J. Horticult. Sci.* 2013: 1-2 Paper
- [25] Kocsisné, GM, Szabo, T, Ivancsics, J, Varga, J, Szabo, Z, Nyeki, J, Soltesz, M (2011): Evaluation of pear varieties in Hungarian gene banks. *Acta Horticult.* 918: 717-722.
- [26] Kocsis, L, Lajterné, BF, Németh, G, Kocsisné, GM (2014): Recent results of grape rootstock breeding program of the Georgikon Faculty. *Acta Horticult.* 1045: 109-116.
- [27] Polgár, Z, Wolf, I, Vaszily, Z, Tömösközi-Farkas, R, Gergely, L (2010): The newest results of a complex resistance breeding programme to biotic and abiotic stresses of potato. *Potato Res.* 53: 396-397.
- [28] Molnar-Lang, M, Ceoloni, C, Dolezel, J (eds.) (2015): *Alien introgression in wheat: Cytogenetics, Molecular Biology, and Genomics*. Springer International, Cham, 385 p.
- [29] Veisz, O, Harnos, N, Szunics, L, Tischner, T (1996): Owerwintering of winter cereals in Hungary in the case of global warming. *Euphytica* 92: 249-253.
- [30] Varga, B, Vida, G, Varga-László, E, Hoffmann, B, Veisz, O (2017): Combined effect of drought stress and elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on the yield parameters and water use properties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *J. Agron. Crop Sci.* 203: 192-205.

- [31] Karsai, I, Szűcs, P, Mészáros, K, Filichkina, T, Hayes, PM, Skinner, JS, Láng, L, Bedő, Z (2005): The *Vrn-H2* locus is a major determinant of flowering time in a facultative × winter growth habit barley (*Hordeum vulgare* L.) mapping population. *Theor. Appl. Genet.* 110: 1458-1466.
- [32] Kiss, T, Dixon, LE, Soltész, A, Bányai, J, Mayer, M, Balla, K, Allard, V, Galiba, G, Slafer, GA, Griffiths, S, Veisz, O, Karsai, I (2017): Effects of ambient temperature in association with photoperiod on phenology and on the expressions of major plant developmental genes in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Cell Environ.* 40: 1629–1642.
- [33] Rakszegi, M, Mikó, P, Löschenberger, F, Hiltbrunner, J, Aebi, R, Knapp, S, Tremmel-Bede, K, Megyeri, M, Kovács, G, Molnár-Láng, M, et al. (2016): Comparison of quality parameters of wheat varieties with different breeding origin under organic and low-input conventional conditions. *J. Cereal Sci.* 69: 297-305.
- [34] Rakszegi, M, Darkó, É, Lovegrove, A, Molnár, I, Láng, L, Bedő, Z, Molnár-Láng, M, Shewry, P (2019): Drought stress affects the protein and dietary fiber content of wholemeal wheat flour in wheat/*Aegilops* addition lines. *PLoS One* 14: 2 Paper: e0211892.
- [35] Marton, LC, Tóthné Zsubori, Z (2017): Advances in cold-tolerant maize varieties. In: Watson, D (ed.): *Achieving sustainable cultivation of Maize: From improved varieties to local application*. Burleigh Dodds, Mexico City, Chapter 6, p32.
- [36] Mesterházy, A (2020): Updating the breeding philosophy of wheat to Fusarium head blight (FHB): Resistance components, QTL identification and phenotyping- a review. *Plants* 9: 702.
- [37] Logrieco, AF, Battilani, P, Camardo Leggieri, M, Haesaert, G, Jiang, Y, Lanubile, A, Mahuku, G, Mesterhazy, A, Ortega-Beltran, A, Pasti, MA, Smeu, I, Torres, A, Xu, J, and Munkvold, G (2021): Perspectives on global mycotoxin issues and management from the MycoKey Maize Working Group. *Plant Dis.* 105: DOI: 10.1094/PDIS-06-20-1322-FE
- [38] Mesterházy, Á, Varga, M, György, A, Lehoczki-Krsjak, S, Tóth, B, (2018): The role of adapted and non-adapted resistance sources in breeding resistance of winter wheat to Fusarium head blight and deoxynivalenol contamination. *World Mycotoxin J.* 11: 539-557.
- [39] Mesterhazy, A, Gyorgy, A, Varga, M, Toth, B (2020): Methodical considerations and resistance evaluation against *F. graminearum* and *F. culmorum* head blight in wheat. the influence of mixture of isolates on aggressiveness and resistance expression. *Microorganisms* 8:1036.
- [40] Lantos, C, Purgel, S, Ács, K, Langó, B, Bóna, L, Boda, K, Békés, F, Pauk, J (2019): Utilization of *in vitro* anther culture in spelt wheat breeding. *Plants* 8: 436.
- [41] Kenny, P, Pauk, J, Kondic-Spika, A, Grausgruber, H, Allahverdiyev T, Sass, L, Vass, I (2019): Co-occurrence of mild salinity and drought synergistically enhances biomass and grain retardation in wheat. *Front. Plant Sci.* 10: 501.
- [42] Kerényi, Z, Zeller, K, Hornok, L, Leslie, JF (1999): Molecular standardization of mating type terminology in the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Appl. Environ. Microbiol.* 65: 4071-4076.
- [43] Mulé, G, Gonzales-Jaen, MT, Hornok, L, Nicholson, P, Waalwijk, C (2005): Advances in molecular diagnosis of toxigenic *Fusarium* species: A review. *Food Addit. Contam.* 22: 316-323.

- [44] Xu, XM, Nicholson, P, Thomsett, MA, Simpson, D, Cooke, BM, Doohan, FM, Brennan, J, Monaghan, S, Moretti, A, Mule, G, Hornok, L, Beki, E, Tatnell, J, Ritieni, A, Edwards, SG (2008): Relationship between the fungal complex causing Fusarium head blight of wheat and environmental conditions. *Phytopathology* 98: 69-78.
- [45] Kriss, AB, Paul, PA, Xu, XM, Nicholson, P, Doohan, FM, Hornok, L, Ritieni, A, Edwards, SG, Madden, LV (2012): Quantification of the relationship between the environment and Fusarium head blight, Fusarium pathogen density, and mycotoxins in winter wheat in Europe. *Eur. J. Plant Pathol.* 133: 975-993.
- [46] Dobránszki, J, Asbóth, G, Homoki, D, Bíró-Molnár, P, Teixeira, da Silva, JA, Remenyik, J (2017): Ultrasonication of *in vitro* potato single node explants: Activation and recovery of antioxidant defence system and growth responses. *Plant Physiol. Biochem.* 121: 153-160.
- [47] Hajos-Novak, M, Dallmann, G, Kristof, Z (2009): Transposon-derived organ-specific mutation in the ADH1 5' untranslated leader of autotetraploid maize. *Cereal Res. Commun.* 37: 151-158.
- [48] Katula-Debreceni, D, Lencsés, AK, Szőke, A, Veres, A, Hoffmann, S, Kozma, P, Kovács, L, Heszky, L, Kiss, E (2010): Marker-assisted selection for two dominant powdery mildew resistance genes introgressed into a hybrid grape family. *Sci. Horticult.* 126: 448–453.
- [49] Toth, Z, Winterhagen, P, Kalapos, B, Kovacs, L, Kiss, E (2016): Expression of a grape NAC transcription factor gene is induced in response to powdery mildew colonization in salicylic acid independent manner. *Scientific Reports* 6: Paper, 30825.
- [50] Molnár I., Gáspár L., Sárvári É., Dulai S., Hoffmann B., Molnár-Láng M., Galiba G.(2004): Physiological and morphological responses to water stress in *Aegilops biuncialis* and *Triticum aestivum* genotypes with differing tolerance to drought. *Funct. Plant Biol.* 31: 1149-1159.
- [51] El-Banna, A, Taller, J (2017): Functional characterization of the silenced potato cysteine proteinase inhibitor gene (PCPI) in *Phytophthora infestans* resistance. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 100: 23-29.



## NÖVÉNYVÉDELMI TUDOMÁNYOS BIZOTTÁG

### Összefoglaló

A kutatások kiterjedtek az egyes károsítók, köztük új károsítók leírására, biológiájuk megismerésére, az előrejelzés, az ellenük való védekezés technológiájának kidolgozására, köztük a biológiai növényvédelem, biotechnológia, transzgénikus technológia és a növényvédőszer felhasználásával. Az intenzív növényvédőszer használat csökkentése kiemelt fontosságú. Szükséges volt az agrárökoszisztémák feltárása, hogy milyen természetes ellenségek vannak jelen, és ezek milyen módon segíthetik a növényvédőszer használat csökkentését. Az agrozoológiában jelentős eredmények születtek a kémiai ökológia területén. A kártevőket csalogató illatanyagok megismerése jelentősen segítette a növényvédelmi előrejelzés fejlődését. A vírusfertőzésnél a direkt védekezés hiányában kizárólag a vírusfertőzések megelőzése jelent megoldást. Megtörtént a klasszikus és a molekuláris jellemzése számos hazai vírus izolátumnak. Feltárták a tünetek, patológiai jellemzők molekuláris mechanizmusát, vírusfehérjék funkcionális analízisét végezték el. Azonosították a glutathion, antioxidánsok és a szalicilsav szerepét a vírusfertőzésben és a növényi rezisztencia válaszban. Leírták a specifikus és az általános védekezési folyamatok kölcsönhatását, és a baktériumokra gyakorolt hatását. Azonosították fehérjéket, anyagcsereutat, jelátviteli folyamatokat az általános rezisztencia létrejöttéhez. Képpalkotó eszközökkel dokumentálták a liztharmatgombák életciklusát. Toxintermelő gombák esetén jelentős eredmények születtek a járványtan és stresszélettan, valamint a fajok azonosítása és mikotoxin-termelése terén. A herbológia két fontos alappillérenél a gyomnövények biológiájának és ökológiájának ismerete, és a biológiai alapokra épülő hatékony gyomszabályozási stratégiák kutatásában születtek kiemelkedő eredmények. A herbicidcsökkentést célzó mechanikai gyomszabályozási módok eszköztára, a térinformatikai és szenzortechnikai fejlesztéseknek köszönhetően is folyamatosan bővül a kutatások eredményeképpen.

### Kulcsszavak

Agrozoológia, inváziós kártevő, kórokozó, vírus, viroid, fitoplazma, baktérium, gomba, gyomnövény, agrárökoszisztéma, kémiai ökológia, elektrofiziológia, illatanyag, feromon, CSALOMON csapda, hiperparazita, biológiai növényvédelem, bakteriofág, szisztémikusan szerzett rezisztencia, hiperszenzitív reakció, antioxidáns, glutation, szalicilsav, reaktív oxigén, másodlagos anyagcsere termék, mikotoxin, élelmiszer-biztonság, herbicid, mikroherbicid, növényvédő szer.

### Agrozoológia

A növényvédelmi kutatások meghatározó területe az állati kártevők kutatása, az egyes kártevők biológiájának megismerése, és az ellenük való védekezési módszerek kidolgozása. A területen három meghatározó tendencia emelhető ki a rendszerváltást követő időszakból: az agrárökoszisztéma kutatások felfutása, az egyre nagyobb számban megtelepedő inváziós kártevők által okozott problémákra reflektáló kutatások dominánssá válása, valamint a kémiai ökológia nemzetközi szinten is kiemelkedő eredményei.

Már korábban jelentkezett az az igény, hogy az élhető emberi környezet és az egészséges élelmiszertermelés miatt, az intenzív növényvédőszer használat csökkentése kiemelt fontosságú. Így szükséges volt az agrárökoszisztémák feltárása, hogy milyen természetes ellenségek találhatóak agrárterületeinken, és ezek milyen módon segíthetik a növényvédőszer használat csökkentését. A kutatások számos kártevő és hasznos szervezet jelenlétét mutatták ki. Példaként kiemelhető a hazai almaültetvényeken végzett feltáró munka, amely több mint 3000 ízeltlábú fajt említ, amely a hazai fauna 10%-át teszi ki [1, 2]. Ezen kutatások eredménye

alapján ma már elmondható, hogy az agrárterületek nem „kultúrsivatagok”, hanem fajokban gazdag, élő szerves egységek, sajátos dinamikával.

Az utóbbi évtizedekben a nemzetközi kereskedelem és személyforgalom volumenének fokozódásával a hazai növényvédelemnek is egyre fontosabb kihívásává vált az újabb és újabb, jelentős károkat okozó inváziós kártevők kutatása [3, 4]. A vonalas létesítmények szerepét vizsgálva a kártevők terjedésében [5], az első hazai észleléstől kezdve nyomon követték a pettyesszárnyú muslica hazai megtelepedésének folyamatát [6]. Egy sor gazdaságilag jelentős inváziós kártevő (pl. amerikai kukoricabogár, márványos poloska, vándorpoloska, puszpángmoly stb.) esetében nélkülözhetetlen volt a hazai kutatócsoportok sokszor együttes munkája a helyzetfelmérésben és a védekezési stratégia kidolgozásában [7].

A kémiai ökológiai, elektrofiziológiai kutatások a hazai agrozoológia sikertörténetét jelentik [8]. A kártevőket csalogató vagy távoltartó illatanyagok megismerése jelentősen segítette a növényvédelmi előrejelzés fejlődését, támogatta a hazai és nemzetközi kutatómunkát, egységes mintavételi módszereket adott a hazai mezőgazdasági területek kártevőinek megfigyeléséhez [9]. Az ATK Növényvédelmi Intézet munkatársai számos kulcskártevő rovarfaj csalogató illatanyagát (ezek leggyakrabban az ellentétes nemet vonzó szexferomonok, de növényi illatanyagok vagy ún. aggregációs feromonok is lehetnek) meghatározták, mesterségesen előállították, illetve a fajok fogására csapdát fejlesztettek ki [10–15]. Ma több száz, ezekre a kutatásokra épülő CSALOMON csapda áll a gazdálkodók rendelkezésére, hogy a kártevő rovarok felszaporodását előre jelezve segítse a megfelelő időben történő kémiai védekezést, ami jelentősen hozzájárul a környezet vegyszerterhelés csökkentéséhez.

## **Növénykórtan**

### *Vírusok, viroidok*

Termesztett növények vírusfertőzése az egyik legnagyobb kihívás napjaink mezőgazdasága számára, hiszen a direkt védekezés hiányában kizárólag a vírusfertőzések megelőzése jelent megoldást. Az elmúlt évtizedek során megtörtént a klasszikus és molekuláris jellemzése számos, a hazai mezőgazdaság számára jelentős, vírus izolátumnak (PPV, CMV, PVY, WDV, MDMV, ZYMV, TSWV, SMV, BSMV, számos szőlővírus, dísznövény vírus) [16–18]. Kollégáink vizsgálták a gyomok és vírusok kölcsönhatásait [19]. Több rekombináns vírus is azonosításra került, a vírusok rokonsági viszonyainak analízise is megtörtént [20–22]. Eredményes kísérletek történtek rezisztens transzgenikus növények előállítására és biztonságos felhasználására [23–30]. TSWV esetén rezisztenciát áttörő vírus kimutatása, lokális keletkezésének bizonyítása és a rezisztencia áttörés vírusgenetikai jellemzése megtörtént [31]. Több vírus esetén a tünetek, patológiai jellemzők molekuláris mechanizmusát feltárták, vírusfehérjék funkcionális analízisét végezték el kollégáink [32–36]. Dohány-TMV kapcsolatban feltárták a glutation, antioxidánsok és a szalicilsav szerepét a vírusfertőzésben és a növényi rezisztencia válaszban [37, 38]. A viroidok kimutatása területén a leírt kórokozók mellett kiemelkedő eredmény retroviroid szerű szekvencia kimutatása a szegfű genomjából, illetve ennek szerepe a rekombinációs folyamatokban [39, 40].

### *Fitoplazmák és baktériumok*

Fitoplazmákat azonosítottak DNS alapú diagnosztizálási eljárásokkal elsőként Magyarországon: 'Candidatus Phytoplasma pruni' és 'Candidatus Phytoplasma mali' levélbolha vektorokban is. Kimutatták, hogy egyes kórokozó fehérjék (ATPázok, proteázok) szerepet játszhatnak a fertőzési folyamatban. A 'Candidatus Phytoplasma mali' antagonistá törzsével történő előfertőzés immunizáló hatását mutatták ki közeli rokon, virulens fitoplazmákra [41]. Felhívták a figyelmet az általános védekezési folyamatok jelentőségére, melyet nem csak a kórokozó baktériumok aktiválnak. Leírták a specifikus és az általános védekezési folyamatok kölcsönhatását, és az általános védekezési reakció baktériumokra gyakorolt hatását [42, 46].

Azonosítottak fehérjéket, anyagcsereutat, jelátviteli folyamatokat, amelyek kulcsfontosságúak az általános rezisztencia létrejöttéhez [47–52]. Több növényi másodlagos anyagcsere termékről derítették ki, hogy baktériumölő hatású [53, 54].

*Agrobacterium* és *Rhizobium* baktérium fajok kimutatása történt meg új kémiai analitikai módszerekkel [55].

Számos új növény-patogén baktérium kapcsolat került leírásra [56]. Egy új baktérium faj (*Rhizobium nepotum*) került leírásra szőlő és csonthéjasok gyökeréről [57]. Kajsziról, cseresznyeszilváról és szilváról az *Erwinia amylovora* kórokozó került leírásra, mely a közeljövőben veszélyeztetheti ezen kultúrák termesztését [58, 59].

Bizonyították, hogy a növényen belül a bakteriofágok transzlokációja elősegítheti a baktériumfertőzés visszaszorítását *Erwinia amylovora* esetében [60].

#### *Növénykórokozó gombák és gombaszerű szervezetek*

Számos faj elkülönítésére, leírására, került sor, pl.: a paradicsomot fertőző *Pseudoidium neolycopersici* [61] és a fűzfát megbetegítő *Phytophthora lacustris* fajok [62]. Sikeresen bizonyítani fajhibridek keletkezését és más fajhibridek szerepét az égerfavész terjedésében [63, 64]. Képkalkotó eszközökkel dokumentálták a kalászos gabonaféléket megbetegítő lisztharmatgombák életciklusát [65]. Az élelmiszer-biztonsági szempontból fontos toxintermelő gombák elleni védekezést megalapozó eredmények születtek a járványtan és stresszélettan, valamint a *Fusarium*-fajok azonosítása és mikotoxin-termelése terén (66 – 69). A kutatók feltárták több kórokozó, pl.: a napraforgó peronoszpóra populációinak változásait [70, 71]. Eredményeket értek el a hiperparazita gombák biológiájának és a környezetbarát növényvédelemben való felhasználhatóságának kutatásában [72, 73]. Kimutatták növényvédőszer csoportokkal szembeni rezisztencia DNS-markereit szőlőlisztharmat-populációkban. A biológiai növényvédelem kapcsán feltárták a parlagfű pollentermelését visszaszorító *Cryptophyllachoraaurasiatica* életciklusát, azonosítottak egy Ázsiából származó rozsdagombafajt [74].

Számos kórokozó is leírásra került, olyanok is, melyek Európában nem fordultak elő, így pl.: a *Moniliniafructicola*-t és a *Moniliniapolystroma*-t [75, 76]. Kidolgozásra kerültek növényvédelmi-, illetve környezetkímélő technológiák [77].

A reaktív oxigén fajták és az antioxidáns rendszerek növény-kórokozó kapcsolatban betöltött szerepe is tisztázásra került [78–82]. Búzalisztharmattal fertőzött árpában tisztázták, hogy a tünetmentes nem-gazda rezisztencia markere egy reaktív oxigénszármazék [83]. Igazolták, hogy a lisztharmatra fogékony étkezési paprika rezisztenssé válik, ha rezisztens cseresznyepaprikára oltják [84]. Ez az első olyan eset, amikor ismert a kórokozó-specifikus betegségrezisztencia oltással történő átvitelének élettani-biokémiai háttere is. A búza kalászfuzáriummal szemben sokkal hatékonyabb védekezőtechnológia került kidolgozásra. Több mint száz új fumonizin toxinmetabolitis leírásra került [85]. Az első levélrozda európai rasszösszetétele, valamint a zearalenon humán hatása is igazolásra került.

#### **Herbológia**

A herbológia két fontos alappillére a gyomnövényismeret (a gyomnövények biológiájának és ökológiájának ismerete), és a biológiai alapokra épülő hatékony gyomszabályozási stratégiák kutatása.

A gyomcönológiai, gyombiológiai- és ökológiai iskolák megteremtésében Mosonmagyaróvárnak és Keszthelynek meghatározó szerepe van. A vizsgálatok kiterjedtek a hazai fontosabb egyéves és évelő gyomfajok regenerálódás biológiai sajátosságainak kutatására, a gyomnövény - kultúrnövény közötti kölcsönhatások vizsgálatára [86–92]. A keszthelyi „herbológiai iskolában” dolgozó szakemberek által szerkesztett szakkönyvek ma is fontos „alappműveknek” tekinthetők. Keszthelyen a parlagfű virágzásbiológiájához és gyomkontrolljához köthető

molekuláris biológiai vizsgálatok kiemelkedőek [93, 94]. Mosonmagyaróváron a gyomszabályozás területén elsőként alkották meg azokat a gyakorlatban használható folyamat-irányítási rendszereket kalászos gabonákban és kukoricában, amelyek precíziós alapon készültek és működnek [95–97]. Ezenkívül a robotika területén is jelentős fejlesztést végeztek (gyomfelvételező robot szabadalmaztatása).

1996-2006 között Keszthelyen az MTA Támogatott Kutatóhelyek Irodája Növény virológiai Tanszéki Kutatócsoportja működött, ahol számos új gyomgazda-vírus kapcsolatot is feltártak. Az Országos Szántóföldi Gyomfelvételezések elvégzésével a hazai gyomflóra összetételének változása, és a változásra ható tényezők hatása követhető nyomon.

Kidolgozásra került a parlagfű ellen komplex védekezési stratégia.

Elkészült a NÉBIH elektronikus növényvédő szer adatbázisa, amely naprakész információkat ad az egyes kultúrákban engedélyezett gyomirtó szerekről.

A herbológus szakemberek - a gyártó és forgalmazó cégek képviselői mellett - aktívan részt vettek az új generációs herbicidek és a mikroherbicidek szántóföldre adaptált technológiáinak kidolgozásában [98]. A martonvásári Mezőgazdasági Kutatóintézet és a szegedi Gabonatermesztési Kutatóintézet évtizedeken keresztül tesztelte saját nemesítésű növényfajtáik/hibridjeik herbicidekkel szembeni érzékenységét [99].

A herbicid csökkentést célzó mechanikai gyomszabályozási módok eszköztára- a térinformatikai és szenzortechnikai fejlesztéseknek köszönhetően - is folyamatosan bővült/bővül.

A nem transzgénikus úton létrehozott herbicid toleráns hibridek termesztésével lehetővé vált olyan gyomok ellen is védekezni az egyes kultúrákban, amire a hagyományos hibridekben nincsen hatékony megoldás (IMI kukorica, napraforgó és repce, SU napraforgó, CT kukorica) [100].

A herbológiai gyakorlat aktuális problémái – különösen a herbicid rezisztens gyombiotípusok megjelenése– indukálják a jövőbeni kutatások irányvonalát.

## Hivatkozások

### Agrozoológia:

- [1] Cross JV, Fountain M, Markó V, Nagy Cs (2015): Arthropod ecosystem services in apple orchards and their economic benefits. *Ecol. Entomol.* 40 (Suppl. 1): 82-96.
- [2] Jenser G, Balázs K, Erdélyi Cs, Haltrich A, Kádár F, Kozár F, Markó V, Rácz V, Samu F (1999): Changes in arthropod population composition in IPM apple orchards under continental climatic conditions in Hungary. *Agricult. Ecosyst. Environ.* 73: 141-154.
- [3] Tóth Sz, Szalai M, Kiss J, Toepfer S (2020): Missing temporal effects of soil insecticides and entomopathogenic nematodes in reducing the maize pest *Diabrotica virgifera virgifera*. *J. Pest Sci.* 93:767-781.
- [4] Véték G, Papp V, Haltrich A, Rédei D (2014): First record of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), in Hungary, with description of the genitalia of both sexes. *Zootaxa* 3780: 194-200.
- [5] Szentesi Á., György Z., Jermy T., Kiss B. (2017): Seasonal changes in bruchid (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) assemblages along managed highway ecotones. *Eur. J. Entomol.* 114: 488-499.
- [6] Kiss B, Kis A, Kákai Á (2016): The rapid invasion of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), in Hungary. *Phytoparasitica* 44: 429-433.
- [7] Papp V, Ladányi M, Véték G (2018): Temperature-dependent development of *Aproceros leucopoda* (Hymenoptera: Argidae), an invasive pest of elms in Europe. *J. Appl. Entomol.* 142: 589-597.
- [8] Tholt G, Samu F, Kiss B (2015): Feeding behaviour of a virus-vector leafhopper on host and non-host plants characterised by electrical penetration graphs. *Entomol. Exp. Appl.* 155: 123-136.
- [9] Fodor J, Köblös G, Kákai Á, Kárpáti Z, Molnár BP, Dankó T, Bozsik G, Bognár Cs, Szöcs G, Fónagy A (2017): Molecular cloning, mRNA expression and biological activity of the pheromone biosynthesis activating neuropeptide (PBAN) from the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *Insect Mol. Biol.* 26: 616-632.
- [10] Molnár B, Kárpáti Zs, Szöcs G, Hall DR (2009): Identification of female-produced sex pheromone of the honey locust gall midge, *Dasineura gleditchiae*. *J. Chem. Ecol.* 35: 706-714.
- [11] Szelényi MO, Erdei AL, Jósvai JK, Radványi D, Sümegi B, Véték G, Molnár BP, Kárpáti Z (2020): Essential Oil Headspace Volatiles Prevent Invasive Box Tree Moth (*Cydalima perspectalis*) Oviposition—Insights from Electrophysiology and Behaviour. *Insects* 11: 465-480.
- [12] Szöcs G, Raina A, Tóth M, Leonhardt BA (1993): Sex pheromone components of *Heliothis maritima*: chemical identification, flight tunnel and field tests. *Entomol. Exp. Appl.* 66: 247-253.
- [13] Szöcs G, Tóth M, Kárpáti Zs, Zhu J, Löfstedt C, Plass E, Francke W (2004): Identification of polienic hydrocarbons from the northern winter moth, *Operophtera fagata*, and development of a species specific lure for pheromone traps. *Chemoecology* 14: 53-85.

[14] Tóth M, Löfstedt C, Blair BW, Cabello T, Farag AI, Hansson BS, Kovalev BG, Maini S, Nesterov EA, Pajor I, Sazonov AP, Shamshev IV, Subchev M, Szöcs G (1992): Attraction of male turnip moths *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae) to sex pheromone components and their mixtures at 11 sites in Europe, Asia, and Africa. *J. Chem. Ecol.* 18: 1337-1347.

[15] Tóth M, Szarukán I, Nagy A, Ábri T, Katona V, Kőrösi Sz, Nagy T, Szarvas Á, Koczor S (2016): An improved female-targeted semiochemical lure for the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 51: 247-254.

#### ***Virusok, viroidok:***

[16] Cseh E, Takács AP, Gáborjányi R, Palkovics L, Kocsis L (2013): RT-PCR analysis and evolutionary relationship of some Hungarian Grapevine leafroll associated virus 1 and 3 isolates. *Am. J. Plant Sci.* 4: 2006-2010.

[17] Glasa M, Palkovics L, Komínek P, Labonne G, Pittnerová S, Kúdela O, Candresse T, Šubr Z (2004): Geographically and temporally distant natural recombinant isolates of Plum pox virus (PPV) are genetically very similar and form a unique PPV subgroup. *J. Gen. Virol.* 85: 2671-2681.

[18] Thole V, Dalmay T, Burgyán J, Balázs E (1993): Cloning and sequencing of *potato virus Y* (Hungarian isolate) genomic RNA. *Gene* 123: 149-156.

[19] Kazinczi G, Horváth J, Lesemann DE (2002): Perennial plants as natural hosts of three viruses. *Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 109: 301-310.

[20] Kiss L, Sebestyén E, László E, Salamon P, Balázs E, Salánki K (2008): Nucleotide sequence analysis of peanut stunt virus Rp strain suggests the role of homologous recombination in cucumovirus evolution. *Arch. Virol.* 153: 1373-1377.

[21] Palkovics L, Burgyán J, Balázs E (1993): Comparative sequence analysis of four complete primary structures of *plum pox virus* strains. *Virus Genes* 7: 339-347.

[22] Tóbiás I, Palkovics L, Zvekova I, Balázs E (2001): Replacement of coat protein gene of *plum pox potyvirus* with that of *zucchini yellow mosaic potyvirus*: characterization of the hybrid potyvirus. *Virus Res.* 76: 9-16.

[23] Balázs E (1998): Research challenges and needs for safe use of transgenic organisms: Introduction. *Phytoprotection* 79: 103-106.

[24] Bukovinszki Á, Divéki Z, Csányi M, Palkovics L, Balázs E (2007): Engineering resistance to PVY in different potato cultivars in a marker-free transformation system using a 'shooter mutant' *A. tumefaciens*. *Plant Cell Rep.* 26: 459-465.

[25] Dietrich C, Miller J, McKenzie G, Palkovics L, Balázs E, Palukaitis P, Maiss E (2007): No recombination detected in artificial potyvirus mixed infections and between potyvirus derived transgenes and heterologous challenging potyviruses. *Environ. Biosaf. Res.* 6: 207-218.

[26] Fehér A, Skryabin KG, Balázs E, Preiszner J, Shulga OA, Zakharyev VM, Dudits D (1992): Expression of PVX coat protein gene under the control of extensin-gene promoter confers virus-resistance on transgenic potato. *Plants Plant Cell Rep.* 11: 48-52.

[27] Kollár Á, Thole V, Dalmay T, Salamon P and Balázs E [1993]: Efficient pathogen-derived resistance induced by integrated potato virus Y coat protein gene in tobacco. *Biochimie*, 75 [7]: 623-629.

- [28] Varrelmann M, Palkovics L, Maiss E (2000): Transgenic or plant expression vector-mediated recombination of *plum pox virus*. *J. Virol.* 74: 7462-7469.
- [29] Wittner A, Palkovics L, Balázs E (1998): *Nicotiana benthamiana* plants transformed with the *Plum pox virus* helicase gene are resistant to virus infection. *Virus Res.* 53: 97-103.
- [30] Király Z, Barna B, Kecskés A, Fodor J (2002): Down-regulation of antioxidative capacity in a transgenic tobacco which fails to develop acquired resistance to necrotization caused by TMV. *Free Radic. Res.* 36: 981-991.
- [31] Almási A, Nemes K, Csömör Z, Tóbiás I, Palkovics L, Salánki K (2017): A single point mutation in Tomato spotted wilt virus NSs protein is sufficient to overcome Tsw-gene-mediated resistance in pepper. *J. Gen. Virol.* 98: 1521-1525.
- [32] Divéki Z, Salánki K, Balázs E (2004): The necrotic pathotype of the Cucumber mosaic virus [CMV] Ns strain is solely determined by amino acid 461 of the 1a protein. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 17: 837-845.
- [33] Nemes K, Gellért Á, Balázs E, Salánki K (2014): Alanine scanning of Cucumber mosaic virus [CMV] 2B protein identifies different positions for cell-to-cell movement and gene silencing suppressor activity. *PLoS One* 9: e112095.
- [34] Salánki K, Gellért Á, Náray-Szabó G, Balázs E (2007): Modeling-based characterization of the elicitor function of amino acid 461 of *Cucumber mosaic virus* 1a protein in the hypersensitive response. *Virology* 358: 109-118.
- [35] Salánki K, Kiss L, Gellért Á, Balázs E (2011): Identification a coat protein region of Cucumber mosaic virus [CMV] essential for long-distance movement in cucumber. *Arch. Virol.* 156: 2279-2283.
- [36] Varrelmann M, Maiss E, Pilot R, Palkovics L (2007): Use of pentapeptide-insertion scanning mutagenesis for functional mapping of the *plum pox virus* helper component proteinase suppressor of gene silencing. *J. Gen. Virol.* 88: 1005-1015.
- [37] Fodor J, Gullner G, Ádám AL, Barna B, Kömíves T, Király Z (1997): Local and systemic responses of antioxidants to tobacco mosaic virus infection and to salicylic acid in tobacco: Role in systemic acquired resistance. *Plant Physiol.* 114: 1443-1451.
- [38] Künstler A, Király L, Kátay G, Enyedi AJ, Gullner G (2019): Glutathione can compensate for salicylic acid deficiency in tobacco to maintain resistance to *Tobacco mosaic virus*. *Front. Plant Sci.* 10: 1115.
- [39] Hegedűs K, Dallmann G, Balázs E (2004): The DNA form of a retroviroid-like element is involved in recombination events with itself and with the plant genome. *Virology* 325: 277-286.
- [40] Hegedűs K, Palkovics L, Tóth EK, Dallmann G, Balázs E (2001): The DNA form of a retroviroid-like element characterized in cultivated carnation species. *J. Gen. Virol.* 82: 687-691.

#### **Fitoplazmák és baktériumok:**

- [41] Seemüller E, Süle S, Kube M, Jelkmann W, Schneider B (2013): The AAA+ ATPases and HflB/FtsH proteases of 'Candidatus *Phytoplasma mali*': Phylogenetic diversity, membrane topology, and relationship to strain virulence. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 26: 367-376.

- [42] Barna B, Fodor J, Harrach BD, Pogány M, Király Z (2012): The Janus face of reactive oxygen species in resistance and susceptibility of plants to necrotrophic and biotrophic pathogens. *Plant Physiol. Biochem.* 59: 37-43.
- [43] Bozsó Z, Maunoury N, Szatmári Á, Mergaert P, Ott PG, Zsíros LR, Szabó E, Kondorosi É, Klement Z (2009): Transcriptome analysis of bacterially induced basal and hypersensitive response of *Medicago truncatula*. *Plant Mol. Biol.* 70: 627-646.
- [44] Ott PG, Varga GJ, Szatmári Á, Bozsó Z, Klement É, Medzihradzky KF, Besenyei E, Czalleng A, Klement Z (2006): Novel extracellular chitinases rapidly and specifically induced by general bacterial elicitors and suppressed by virulent bacteria as a marker of early basal resistance in tobacco. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 19: 161-172.
- [45] Szabó E, Szatmári A, Hunyadi-Gulyás E, Besenyei E, Zsíros LR, Bozsó Z, Ott PG (2012): Changes in apoplast protein pattern suggest an early role of cell wall structure remodelling in flagellin-triggered basal immunity. *Biol. Plant.* 56: 551-559.
- [46] Szatmári Á, Zvara A, Móricz ÁM, Besenyei E, Szabó E, Ott PG, Puskás LG, Bozsó Z (2014): Pattern Triggered Immunity [PTI] in Tobacco: Isolation of activated genes suggests role of the phenylpropanoid pathway in inhibition of bacterial pathogens. *PLoS One* 9:e102869.
- [47] Barna B, Smigocki AC, Baker JC (2008): Transgenic production of cytokinin suppresses bacterial induced HR symptoms and increases antioxidative enzyme levels in *Nicotiana*. *Phytopathology* 98: 1242-1247.
- [48] Ádám A, Farkas T, Somlyai G, Hevesi M, Király Z (1989): Consequence of O<sub>2</sub>-generation during a bacterially induced hypersensitive reaction in tobacco: deterioration of membrane lipids. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 34: 13-26.
- [49] Barna B, Fodor J, Pogány M, Király Z (2003): Role of reactive oxygen species and antioxidants in plant disease resistance. *Pest Managem. Sci.* 59: 459-464.
- [50] Gullner G, Kőmíves T, Király L, Schröder P (2018): Glutathione S-transferase enzymes in plant-pathogen interactions. *Front. Plant Sci.* 9: 1836.
- [51] Kámán-Tóth E, Dankó T, Gullner G, Bozsó Z, Palkovics L, Pogány M (2019): Contribution of cell wall peroxidase- and NADPH oxidase-derived reactive oxygen species to *Alternaria brassicicola*-induced oxidative burst in *Arabidopsis*. *Mol. Plant Pathol.* 20: 485-499.
- [52] Klement Z, Bozsó Z, Kecskés ML, Besenyei E, Arnold C, Ott PG (2003): Local early induced resistance of plants as the first line of defence against bacteria. *Pest Managem. Sci.* 59: 465-474.
- [53] Móricz ÁM, Ott PG, Häbe T, Darcsi A, Böszörményi A, Alberti Á, Krüzselyi D, Csontos P, Béni S, Morlock GE (2016): Effect-directed discovery of bioactive compounds followed by highly targeted characterization, isolation and identification, exemplarily shown for *Solidago virgaurea*. *Anal. Chem.* 88: 8202-8209.
- [54] Móricz ÁM, Ott PG, Yüce I, Darcsi A, Béni S, Morlock GE (2018): Effect-directed analysis via hyphenated high-performance thin-layer chromatography for bioanalytical profiling of sunflower leaves. *J. Chromatogr.* 1533: 213-220.
- [55] Salplachta J, Kubesová A, Moravcová D, Vykydalová M, Süle S, Matoušková H, Horký J, Horká M (2013): Use of electrophoretic techniques and MALDI-TOF MS for rapid and



reliable characterization of bacteria: analysis of intact cells, cell lysates, and “washed pellets”. *Anal. Bioanal. Chem.*405: 3165-3175.

[56] Palkovics L, Petróczy M, Kertész B, Németh J, Bársony Cs, Mike Zs, Hevesi M (2008): First report of bacterial fruit blotch of watermelon caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Hungary. *Plant Dis.* 92: 834.

[57] Puławska J, Willems A, De Meyer SE, Süle S (2012): *Rhizobium nepotum* sp. nov. isolated from tumors on different plant species. *Syst. Appl. Microbiol.* 35: 215-220.

[58] Végh A, Palkovics L (2013): First occurrence of fire blight on apricot [*Prunus armeniaca*] in Hungary. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 41: 1-6.

[59] Végh A, Némethy Zs, Hajagos L, Palkovics L (2012): First report of *Erwinia amylovora* on plum [*Prunus domestica* L.] in Hungary. *Plant Dis.*96: 759.

[60] Kolozsváriné Nagy J, Schwarczinger I, Künstler A, Pogány M, Király L (2015): Penetration and translocation of *Erwinia amylovora*-specific bacteriophages in apple - a possibility of enhanced control of fire blight. *Eur. J. Plant Pathol.* 142: 815–827.

#### **Növénykórokozó gombák és gombaszerű szervezetek:**

[61] Jankovics T, Bai Y, Kovács GM, Bardin M, Nicot PC, Toyoda H, Matsuda Y, Niks RE, Kiss L (2008): *Oidium neolycopersici*: Intra-specific variability inferred from AFLP analysis and relationship with closely related powdery mildew fungi infecting various plant species. *Phytopathology* 98: 529-540.

[62] Nechwatal J, Bakonyi J, Cacciola SO, Cooke DEL, Jung T, Nagy ZÁ, Vannini A, Vettraino AM, Brasier CM (2013): The morphology, behaviour and molecular phylogeny of *Phytophthora* taxon Salixsoil and its redesignation as *Phytophthora lacustris* sp. nov. *Plant Pathol.* 62: 355-369.

[63] Bakonyi J, Nagy ZÁ, Érsek T (2006): PCR-based DNA markers for identifying hybrids within *Phytophthora alni*. *J. Phytopathol.* 154: 168-177.

[64] English JT, Ládai M, Bakonyi J, Schoelz JE, Érsek T (1999): Phenotypic and molecular characterization of species hybrids derived from induced fusion of zoospores of *Phytophthora capsici* and *Phytophthora nicotianae*. *Mycol. Res.*103: 1003-1008.

[65] Jankovics T, Komáromi J, Fábrián A, Jäger K, Vida Gy, Kiss L (2015): New insights into the life cycle of the wheat powdery mildew: direct observation of ascosporic infection in *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*. *Phytopathology* 105: 797-804.

[66] Mulé G, Gonzales-Jaen MT, Hornok L, Nicholson P, Waalwijk C (2005): Advances in molecular diagnosis of toxigenic *Fusarium* species: A review. *Food Addit. Contam.* 22: 316-323.

[67] Szécsi Á, Bartók T, Varga M, Magyar D, Mesterházy Á (2005): Determination of trichothecene chemotypes of *Fusarium graminearum* strains isolated in Hungary. *J. Phytopathol.*153: 445-448.

[68] Hornok L, Waalwijk C, Leslie JF (2007): Genetic factors affecting sexual reproduction in toxigenic *Fusarium* species. *Internat. J. Food Microbiol.* 119: 54-58.

[69] Xu X, Madden LV, EdwardsSG, Doohan FM, Moretti A, Hornok L, Nicholson P, Ritieni A (2013): Developing logistic models to relate the accumulation of DON associated with *Fusarium* head blight to climatic conditions in Europe. *Eur. J. Plant Pathol.* 137: 689-706.

- [70] Gulya TJ, Sackston WE, Virányi F, Masirevic S, Rashid KY (1991) New races of the sunflower downy mildew pathogen [*Plasmopara halstedii*] in Europe and North and South America. *J. Phytopathol.* 132: 303-311.
- [71] Virányi F, Gulya TJ [1995]: Inter-isolate variation for virulence in *Plasmopara halstedii* [sunflower downy mildew] from Hungary. *Plant Pathol.* 44: 619-624.
- [72] Pintye A, Bereczky Z, Kovács GM, Nagy LG, Xu X, Legler SE, Váczy Z, Váczy KZ, Caffi T, Rossi V, Kiss L (2012): No indication of strict host associations in a widespread mycoparasite: Grapevine powdery mildew [*Erysiphe necator*] is attacked by phylogenetically distant *Ampelomyces* strains in the field. *Phytopathology* 102: 707-716.
- [73] Legler SE, Pintye A, Caffi T, Gulyás S, Bohár G, Rossi V, Kiss L (2016): Sporulation rate in culture and mycoparasitic activity, but not mycohost specificity, are the key factors for selecting *Ampelomyces* strains for biocontrol of grapevine powdery mildew [*Erysiphe necator*]. *Eur. J. Plant Pathol.* 144: 723-736.
- [74] Kiss L, Kovács GM, Bóka K, Bohár G, Varga Bohárné K, Németh MZ, Takamatsu S, Shin HD, Hayova V, Nischwitz C, Seier MK, Evans HC, Cannon PF, Ash GJ, Shivas RG, Müller-Schärer H (2018) Deciphering the biology of *Cryptophyllachora eurasiatica* gen. et sp. nov., an often cryptic fungal pathogen of an allergenic weed, *Ambrosia artemisiifolia*. *Scientific Reports* 8:10806.
- [75] Petróczy M, Palkovics L (2006): First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* on imported peach in Hungary. *Plant Dis.* 90: 375.
- [76] Petróczy M, Palkovics L (2009): First report of *Monilia polystroma* on apple in Hungary. *Eur. J. Plant Pathol.* 125: 343-347.
- [77] Barna B, Ádám A, Király Z (1993): Juvenility and resistance of a superoxide-tolerant plant to disease and other stresses. *Naturwissenschaften* 80: 420-422.
- [78] El-Zahaby HM, Gullner G, Király Z (1995): Effects of powdery mildew infection of barley on the ascorbate-glutathione cycle and other antioxidants in different host-pathogen interactions. *Phytopathology* 85: 1225-1230.
- [79] Kámán-Tóth E, Dankó T, Gullner G, Bozsó Z, Palkovics L, Pogány M (2019): Contribution of cell wall peroxidase- and NADPH oxidase-derived reactive oxygen species to *Alternaria brassicicola*-induced oxidative burst in *Arabidopsis*. *Mol. Plant Pathol.* 20: 485-499.
- [80] Pogány M, vonRad U, Grün S, Dongó A, Pintye A, Simoneau P, Bahnweg G, Kiss L, Barna B, Durner J (2009): Dual roles of reactive oxygen species and NADPH oxidase RBOHD in an *Arabidopsis-Alternaria* pathosystem. *Plant Physiol.* 151: 1459-1475.
- [81] Gullner G, Juhász Cs, Németh A, Barna B (2017): Reactions of tobacco genotypes with different antioxidant capacities to powdery mildew and *Tobacco mosaic virus* infections. *Plant Physiol. Biochem.* 119: 232-239.
- [82] Deák M, Horváth GV, Davletova S, Török K, Sass L, Vass I, Barna B, Király Z, Dudits D (1999): Plants ectopically expressing the iron-binding protein, ferritin, are tolerant to oxidative damage and pathogens. *Nat. Biotechnol.* 17: 192-196.
- [83] Künstler A, Bacsó R, Albert R, Barna B, Király Z, Hafez YM, Fodor J, Schwarczinger, I, Király, L. (2018): Superoxide [O<sub>2</sub><sup>-</sup>] accumulation contributes to symptomless [type I] nonhost resistance of plants to biotrophic pathogens. *Plant Physiol. Biochem.* 128: 115-125.

[84] Albert R, Künstler A, Lantos F, Ádám AL, Király L (2017): Graft-transmissible resistance of cherry pepper [*Capsicum annuum* var. *cerasiforme*] to powdery mildew [*Leveillula taurica*] is associated with elevated superoxide accumulation, NADPH oxidase activity and pathogenesis-related gene expression. *Acta Physiol. Plant.* 39: 53.

[85] Bartók T, Tölgyesi L, Szekeres A, Varga M, Bartha R, Szécsi Á, Bartók M, Mesterházy Á (2010): Detection and characterization of twenty-eight isomers of fumonisin B1 [FB1] mycotoxin in a solid rice culture infected with *Fusarium verticillioides* by reversed-phase high-performance liquid chromatography/electrospray ionization time-of-flight and ion trap mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 24: 35-42.

### **Herbológia:**

[86] Béres I, Kazinczi G(2000): Allelopathic effects of shoot extracts and residues of weeds on field crops. *Allelopathy J.* 7:93-98.

[87] Kazinczi G, Gáspár L, Nyitrai P, Gáborjányi R, Sárvári É, Takács A, Horváth J (2006): Herbicide-affected plant metabolism reduces virus propagation. *Zeitsch. Naturforsch.* 61: 692-698.

[88] Kazinczi G, Horváth J, Takács A(2007): Tospoviruses on ornamentals. *Plant Viruses* 1: 142-162.

[89] Kazinczi G, Mikulás J, Hunyadi K, Horváth J(1997): Allelopathic effects of weeds on growth of wheat, sugarbeet and *Brassica napus*. *Allelopathy J.* 4: 335-340.

[90] Pinke Gy, Blazsek K, Magyar L, Nagy K, Karácsony P, Czucz B, Botta-Dukát Z (2016): Weed species composition of conventional soyabean crops in Hungary is determined by environmental, cultural, weed management and site variables. *Weed Res.* 56: 470-481.

[91] Radics L, Glemnitz M, Mackensen K (2006): Status quo of weed management in organic farming in the new EU member states and the acceding countries. *J. Plant Dis. Protect.* 20: 627-634.

[92] Zalai M, Dorner Z, Keresztes Zs (2014): Seasonal weed structure of maize in the light of farming systems. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 12: 765-776.

[93] Taller J, Decsi K, Farkas E, Nagy E, Mátyás KK, Kolics B, Kutasy B, Virág E (2016): De novo transcriptome sequencing based identification of Amb a 3-like pollen allergen in common ragweed [*Ambrosia artemisiifolia*]. *J. Bot. Sci.*5: 12-16.

[94] Mátyás KK, Taller J, Cseh A, Poczai P, Cernák I (2011): Development of a simple PCR-based assay for the identification of triazine resistance in the noxious plant common ragweed [*Ambrosia artemisiifolia*] and its applicability in higher plants. *Biotechnol. Lett.* 33: 2509-2515.

[95] Borsiczky I, Enzsöl E, Farkas B, Reisinger P (2015): Study of the use of N sensor in weed covered fields of winter wheat. *Herbologia* 15: 99-110.

[96] Reisinger P, Pecze Zs, Kiss B (2008): Precision developments in the preemergent weed control of sunflower. *J. Plant Dis. Protect.* Special Issue 21: 177-180.

[97] Takács-György K, Reisinger P, Takács E, Takács I(2008): Economic analysis of precision plant protection by stochastic simulation based on finite elements method. *J. Plant Dis. Protect.* Special Issue 21: 181-186.

[98] Kukorelli G, Reisinger P, Pinke Gy (2013): ACCase inhibitor herbicides – selectivity, weed resistance and fitness cost: a review. *Internat. J. Pest Managem.* 59: 165-173.

[99] Pinke Gy, Csiky J, Mesterházy Á, Tari L, Pál R, Botta-Dukát Z, Czucz B (2014): The impact of management on weeds and aquatic plant communities in Hungarian rice crops. *Weed Res.*54: 388-397.

[100] Kukorelli G, Reisinger P, Kazinczi G(2012): Results of the study of cross-resistance and effect of herbicide on crops in the production of cycloxydim-tolerant maize [*Zea mays* L.]. *Maydica* 57: 188-193.

# TALAJTANI, VÍZGAZDÁLKODÁSI ÉS NÖVÉNYTERMESZTÉSI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

## Összefoglaló

Magyarország talajtakarójának kb. 60%-a termőterület. Ez indokolja a mezőgazdasági, természet- és talajvédelmi kutatásokat. A korszerű talajtani kutatások a talajban végbemenő, a környezeti folyamatok által szabályozott anyag- és energiaáramok feltárására irányulnak. Annak elősegítését szolgálják továbbá, hogy a klímaváltozás és a környezetszennyezés hatásai ellenére a talaj természeti erőforrásként hosszútávon fenntartható legyen. Kiemelten fontos a talajokra vonatkozó ismeretek megőrzése és újjal bővítése. Ezzel összefüggésben a jelenlegi hazai talajosztályozás korszerűsítésére nemzetközileg elfogadott, új hazai talajosztályozási rendszer alapjait dolgozták ki. A korábbi hazai talajterképek és talajfelvételek digitalizált térinformatikai feldolgozásával térbeli talajinformációs rendszereket alakítottak ki. Talajaink növényi termőképessége alapvetően a talaj vízgazdálkodása által meghatározott. A talaj természetes víztározóként biztosítja a növények vízellátását és túlélését a száraz időszakokban. Ezért a korszerű hazai talaj-vízgazdálkodási kutatások és azok térképi megjelenítése nélkülözhetetlen az élelmiszerellátásunkat biztosító növénytermesztés sikerességéhez. A növénytermesztési kutatások súlyponti területe a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás és a klímavédelem. Kutatási eredményeik alapját képezték a Nemzeti Éghajlat Változási Stratégiának. A klímaváltozással összefüggő szénmegkötés kutatása eredményeként földművelési és növénytermesztési technológiákat adtak közre. Kidolgozták a környezetkímélő, ún. precíziós mezőgazdaság termesztéstechnológiai alapjait. A növénytermesztési tartamkísérletek adatbázisán kidolgozott „Pro Planta” Költség- és Környezetkímélő Trágyázási Szaktanácsadási Rendszer és Szoftver Innovációs Nagydíjat nyert. A megújuló energiatermelés, így a biomassa, biodiesel, bioetanol előállítás kapcsán innovatív eredményeket értek el. Az elmúlt három évtizedben jelentős oktatási és kutatómetodikai fejlesztéseket hajtottak végre.

## Kulcsszavak

Diagnosztikus talajosztályozás, háromdimenziós talaj-vízgazdálkodási térkép, elektromos gyökérkapacitás mérés, térbeli talajinformációs rendszer, precíziós növénytermesztés, digitális talajterképezés, talajminőség értékelés, szennyezett talajú terület kármentesítése, szerves szennyeződésterjedési modell, vörösiszapelőntés kármentesítése, Rhizobium oltóanyag, arbuskuláris mikorrhiza (AM) gombák, fitoremediáció, talaj mezo-fauna szonda, energianövények termesztése, klímaváltozás agronómiai kezelése, carbon sequestration, tartamkísérleti kataszter, talajművelési rendszerek, fenntartható gazdálkodás.

## Talajosztályozási eredmények:

Stefanovits Pál hagyománya szerint folytattak talajosztályozási kutatásokat és tettek kitekintést a 21. századra [1]. A talajgenetikai osztályozást felhasználva, a nemzetközi diagnosztikus osztályozásban történő aktív részvétellel [2] új hazai talajosztályozási rendszer alapjait dolgozták ki [3, 4], javasolták tesztelését és bevezetését [5, 6]. Kidolgozták és bevezették a diagnosztikus talajosztályozás oktatását az egyetemi- és a szakmérnöki képzésben.

## Talajvízgazdálkodási eredmények:

3937 db talajszelvény 15005 db talajrétegének talajfizikai, talajkémiai és vízgazdálkodási adataiból létrehozták Magyarország Részletes Talajfizikai és Hidrológiai adatbázisát (MARTHA). A MARTHA Európa egyik legrészletesebb, országos áttekintésű talajfizikai adatbázisa [7].

Az eddigi legrészletesebb háromdimenziós talaj-vízgazdálkodási térképeket állították elő Európára EU-SoilHydroGrids néven [8]. A térképek alapinformációkat szolgáltatnak a klímatudatos és vízmegőrző területhasználat tervezéséhez.

Termesztett és vadon élő növények gyökérműködésének vizsgálatára a növényt nem károsító, az élőhelyen alkalmazható, elektromos gyökérkapacitást mérő módszert vezettek be és fejlesztettek tovább. A módszerrel a gyomirtószer, a gyökérgomba (mikorrhiza) és a szárazság gyökérműködésre és a növény élettani jellemzőire gyakorolt hatását mutatták ki. Igazolták, hogy a növények fejlődése során mért gyökérkapacitás-értékek a növény vízfelvételi aktivitását és párologtatásának mértékét is jellemzik vízvezető képességét összehasonlítva megállapították, hogy egyezésük jelentős mértékben a vezetőképesség számítására használt módszertől függ [11].

Hiperspektrális kamerával rögzített többdimenziós felvételek segítségével a talaj és a növényállapot időbeli változását cm-es felbontásban értékelték. Lézerszkennelt felvételekkel pedig gyümölcsösök párologási felületének változását állapították meg. Módszerükről elfogadott szabadalmat dolgoztak ki [12].

**Szikkutatási eredmények:** Várallyay György vezetésével, nemzetközi együttműködésben újították meg a hazai szikes talajok térképezését távérzékelési, geoinformatikai és geostatisztikai módszerekkel [13]. Nemzetközi együttműködésben módszert dolgoztak ki a szikes területek változatos mintázatának optimális felbontású térképezésére [14]. A szikes talajok tulajdonságait jelző növényzet tér- és időbeli változatoságára, valamint a klímaváltozás szikes területek talajaira kifejtett hatását nemzetközileg elismerten írták le [15]. A távérzékelte szikes területek felmérési eredményei a Hortobágyi Nemzeti Park restaurációjában, a természeteshez közeli fajösszetételű növényállományok magvetéses visszaállításában hasznosíthatók.

#### **Talajtérképezési eredmények:**

A talajtérképezés a talajtakaró térbeli tulajdonságai, a talajok térbeli változatosága megjelenítésére szolgál. Korábbi hazai talajtérképek és talaj-felvételezések digitalizálásával és térinformatikai feldolgozásával térbeli talajinformációs rendszereket alakítottak ki [16].

Németh Tamás vezetésével a „Precíziós növénytermesztés” programban a mezőgazdasági táblaadatok hasznosítására fejlesztettek ki módszereket [17]. A programban kidolgozott adatbázisokkal a gazdálkodó agrár-környezetgazdálkodási tervet, valamint az üzem adottságait és a tájgazdálkodást is figyelembe vevő környezetkímélő tápanyag gazdálkodási, növényvédelmi, talajművelési, vetésforgó tervezési, fajtahasználati és hulladékgazdálkodási tervet dolgozhat ki.

Magyarország mezőgazdasági területének felső 25 cm-es talajrétegére 250 m részletességű talajtulajdonság térképsorozatot készítettek [18]. Erdészeti és mezőgazdasági termőhelyi adatbázisokból különböző célú digitális talajtérképeket (ERTIGIS portál) szerkesztettek [19]. A DOSoReMI.hu (Digitális, Optimalizált, Talajtérképek és Térbeli Információk) projekt keretében megújították a hazai talajtéradat infrastruktúráját. Ennek eredményeként folyamatosan születnek talajrétegekre vonatkozó országos talajtulajdonság és ún. 'funkcionális' térképek, pl. víz- és szélerózió veszélyeztetettség, valamint vízgazdálkodás térképek. A digitális talajtérképezés eredményeként a talajjellemzők térképi becsléséhez a becslés bizonytalanságát is hozzárendelték [20]. A digitális talajtérképek felhasználhatók, pl. a hátrányos-, illetve kiváló- és jó termőhelyi adottságú szántóterületek lehatárolására, az élőhelyek, illetve az ökoszisztéma szolgáltatások térképezésére.

A Duna Régió környezeti modellezésére talajreferencia-csoport (WRB) digitális talajtípus térképet készítettek, ami egységes alapot biztosít a Duna Stratégia egyes feladatai elvégzéséhez.

Nemzetközi közreműködéssel a Global Soil Partnership programban a világ talajainak új, nagy felbontású szervesszén-térképét (Global Soil Organic Carbon Map) készítették el [21].

Európai talajadatokon térbeli becsléseket dolgoztak ki az európai talajok nehézfém-tartalmának a korábbiaknál nagyobb részletességű és megbízhatóságú értékelésére [22].

Magyar vezetésű, főként hazai kutatókból álló nemzetközi konzorcium módszertant dolgozott ki indonéz tőzegterületek kiterjedése, vastagsága, térfogata és szerves kötésű szénmennyisége becslésére [23].

### **Talajminősítés, földértékelés**

Összetett minősítési módszert dolgoztak ki, hogy a talajminőséget a talajra ható külső tényezők és változásuk lehetőségével ítélik meg [24].

Első ízben készítették el az EU szántóinak termékenységi osztályozását és szerkesztettek térképet az EU szántóterületeinek földminőségéről. A földminőséget az ökoszisztéma szolgáltatások rendszerébe helyezve kontinentális léptékben értékelték [25].

Új módszereket dolgoztak ki a közeli infravörös és az elektromágneses talajszenzormérések értékelésére, az internetes szaktanácsadásra a precíziós növénytermesztési technológia kidolgozása és népszerűsítése érdekében.

### **Talajszennyezés – kármentesítés – környezetvédelem**

A katonai létesítmények felszámolása és az ipari üzemek, bányászat stb. privatizációja szükségessé tette a szennyezett területek kármentesítésének és a talajszennyezettség határérték rendszerének kidolgozását [26] az Országos Környezeti Kármentesítési Programban [27].

Várallyay György útmutatásaival indult a Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer (TIM) mérőhálózatának kialakítása a hazai mezőgazdasági és erdészeti mérőhelyek talajszennyezettségének monitorozására [28, 29].

A korábbi katonai állomáshelyeken szükség volt a nem vizes fázisú, azaz szerves folyadékokkal (NAPL) szennyezett talajok kármentesítésére. A szerves szennyeződés terjedését a talajban leíró modell pontosítására kidolgozták a talajok hőmérsékletfüggő NAPL-visszatartó képességének mérési és becslési módszerét [30, 31]. Javították továbbá a talajok NAPL-vezető képességet mérő és becsülő módszereket [32].

A mezőgazdasági területek károselem-terhelését a világon egyedülálló módon, szabadföldi tartamkísérletben vizsgálták. A nagy mennyiségben a talajba juttatott, potenciálisan káros mikroelemek talaj – kultúrnövény / gyomnövény – állat rendszerben mutatott viselkedését és feldúsulását állapították meg [33, 34]. Eredményeiket a károselemterhelés határértékeinek hazai jogszabályokban rögzítésekor vették figyelembe.

A 2010. október 4-én bekövetkezett ajkai vörösiszap-katasztrófa több, mint egymillió köbméternyi erősen lúgos, maró hatású ipari hulladékot nagy területen terített szét. Hatásának talajvédelmi és ökotoxikológiai feltárását és elemzését elvégezték és eredményeit közreadták [35 - 39].

### **Talajbiológiai eredmények:**

Pillangós növények (borsó, lucerna, lóbab és szója) magoltásához *Rhizobium* baktériumtörzsekből 'Baktolog' néven nagyhatékonyságú oltóanyagot fejlesztettek ki [40]. A készítmény nehézagyag és savas kémhatású talajok kivételével, megfelelő foszforellátottság mellett, a pillangós virágú növénykultúrákban hatékony [41].

Megállapították, hogy a fotoszintetizáló ciano-baktériumok és a zöldalgák a szénmegkötésén túl növényi hormontermelésükkel is jelentősen járul(hat)nak hozzá a termesztett növények fejlődéséhez [42].

A szárazföldi növényfajok 90%-ával szimbiózist alkotó arbuskuláris mikorrhiza (AM) gombakutatásuk igazolta, hogy azok segítik a gazdanövény víz- és foszforfelvételét a talajból. A lucerna és szója pillangós növények fejlődésében bizonyították a Rhizobium és az AM gombák egymást kölcsönösen erősítő, azaz szinergista hatását [43, 44].

A 'talajminőség' biológiai jellemzéséhez a mikrobiális biomassza, aktivitás és diverzitás biológiai paraméterek meghatározására fejlesztettek ki laboratóriumi módszereket [45].

A nehézfémekkel szennyezett talajok kármentesítése növényekkel a fitoremediáció. Ehhez különböző növényeket és saját izolálású, nehézfém-toleráns, mikorrhiza gombákat alkalmaztak [46 - 48].

Szikes talajokat tanulmányozva megállapították, hogy azok mikrobiális közössége rendkívül faj- és egyedgazdag. A mikrobiális összetételt a talaj kémhatása és sótartalma jelentősen befolyásolja. A szikeseken élő AM gombák a növények szélsőséges nedvességviszonyok közötti túlélését is segítik [49 - 51]. A szikeseken élő sótűrő baktériumok és AM gombák genetikai és faji adatait nemzetközi adatbázisba is feltöltötték.

Eltérő gazdálkodási módokban (kukorica monokultúra vs. vetésforgó, organikus vs. hagyományos művelés) a talajmikrobióta összetételének változását állapították meg molekuláris mikrobiológiai módszerekkel [52 - 54].

A talaj mezo-fauna automatikus észlelésére szolgáló „Edapholog” szondarendszert fejlesztettek ki. A ZooLog Online Monitoring-rendszer a növény- és talajvédelemben fontos rovarok populációjáról szolgáltat valós idejű, távoli elérésű adatokat [55]. Az eszközzel homokpuszta gyepben a szárazság rovarpopulációra gyakorolt degradációs hatását igazolták [56].

Kimutatták, hogy az urbanizáció a talajbióta jelentős fajszám csökkenését (homogenizációját) okozta városi talajokban [57].

### **A növénytermesztési szakterület kiemelkedő eredményei:**

A klímaváltozás hatásainak és az arra adandó szakmai válaszok kidolgozásának a VAHAVA programban elért kutatási eredményei alapját képezték a NÉS (Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia) kidolgozásának [58 - 60].

Talajművelési rendszert dolgoztak ki, amely víztakarékos, energiatakarékos és egyidejűleg alkalmas a szénmegkötés (carbon sequestration) szempontjainak megvalósítására. A módszert a hazai szántóterület jelentős részén, valamint a Kárpát-medence több országában, Horvátországban, Szerbiában és Szlovákiában is alkalmazzák [61-64].

A fenntartható, multifunkciós növénytermesztés elemeinek egyedi vizsgálata és e tényezők közötti interaktív hatások kutatási eredményeinek hasznosítása olyan különböző intenzitású növénytermesztési modellek kidolgozását tették lehetővé, amelyek elősegíthetik a magyar növénytermesztés jövőbeli területi optimalizációját, ezáltal versenyképességének hatékony növelését [65, 66].

Hazai növénytaplálási, trágyázási, növénytermesztési, talajművelési Tartamkísérleti Katasztert /nyilvántartást/ készítettek. A tartamkísérleti katasztert az illetékes akadémiai bizottság a mezőgazdasági kormányzat rendelkezésére bocsajtotta [67-69].

A precíziós gazdálkodás bevezetéséhez szükséges helyspecifikus és fajspecifikus termesztéstechnológiai paramétereket dolgoztak ki a növénytaplálás és a növényvédelem területén őszi búza (*Triticum aestivum* L.) és kukorica (*Zea mays* L.) növényfajokra [70, 71].

A precíziós gazdálkodás műszaki, alkalmazástechnikai alapjainak kidolgozására a PREGA együttműködés keretei között folyik. Ebben az elmúlt évek során számos hiperspektrális,



digitális és távérzékelési módszert dolgoztak ki, amelyek folyamatosan bekerülnek a gazdálkodási gyakorlatba [72].

Az elmúlt három évtized során központi helyet foglalt el a növénytermesztési kutatásokban a megújuló energiaforrások kutatása. Kidolgozták a rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények technológiáját a fűz *Salix alba*, *Salix viminalis x triandra* és a nyár *Populus ssp.* fajok termesztésére [73-75]. Ugyancsak technológia formájában közreadták az energianád *Miscanthus ssp.* és az olasz nád *Arundo donax* termesztésével [77], tápanyag-utánpótlásával, toxikus elem akkumulációjával, hulladék- és melléktermék hasznosításával [78] kapcsolatos kutatási eredményeiket.

Az energetikai célú rövid vágásfordulójú fás szárú növények termesztésének környezetvédelmi célú termesztési kutatásai során sikeresen alkalmazták az ültetvénytelepítést a 2010. évi vörösiszap-katasztrófa során végzett rekultivációban. Az alkalmazott termesztéstechnológia lehetővé tette több száz hektár terület rehabilitációját.

A megújuló energiatermeléssel kapcsolatos kutatások közvetlen gazdasági eredményt adó területe a mezőgazdasági szántóföldi termények bázisán előállított bioüzemanyagok előállítási lehetőségeinek tanulmányozása. Termesztéstechnológiai és energetikai vizsgálatokat végeztek nagy keményítőtartalmú kukorica hibridek, illetve azok feldolgozása révén bioetanol, illetve annak konverziójával ETBE (etil-tercier-butil-éter) hatékony előállítására [76].

Szabadszíves tartamkísérletek keretei között tanulmányozták a szénmegkötés (carbon sequestration) alakulását termesztett növényfajok életműködése során. Elemezték a szervesanyag-képződés és -megkötés, valamint a szénátalakítás (konverzió) élettanilag lehetséges módjait [79, 80]. A kapott tudományos eredmények jelentős mértékben hozzájárultak a klímavédelmi technológiák kialakításához, különösen az éghajlatvédelem (a mitigation) területén.

A növénytermesztési kutatásokba egy teljesen új agrotechnikai irányzatot vezettek be a szántóföldi kísérletek több paraméteres növekedés analízisére [81, 82]. A növekedés analízis különböző mutatóinak, valamint a kiegészítő agronómiai, ökológiai és fiziológiai méréseknek az alkalmazásával gyors és pontos válaszokat kaptak az agronómiai reakciók időbeni folyamatáról és a termésprodukcióval való kapcsolatáról.

Jelentős eredmények születtek a kutatómódszertan területén, a kísérletmethodikai és biometriai módszerek meghonosításában és fejlesztésében, valamint a tartamkísérletek többváltozós értékelési módszereinek fejlesztésében. Hiánypótló a "Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése" c. könyv [83], amely számítógépes programok segítségével mutatja be a növénytermesztési kísérletek értékelési módszereit.

#### **A növénytáplálás agronómiai és agrárkörnyezet-védelmi aspektusai:**

Kidolgozták a környezetvédelmi szempontú növénytáplálás talaj- és növényvizsgálati, valamint ellenőrzési módszereit [84-86].

Trágyázási tartamkísérleteik adatbázisán nyert összefüggések felhasználásával kidolgozták a „Pro Planta” Költség- és Környezetkímélő Trágyázási Szaktanácsadási Rendszert és Szoftvert [87-89], amely elnyerte a 2007. évi Innovációs Nagydíjat.

Országos adatbázisok, valamint a növénytáplálási gyakorlat szintézisével segítették a hazai agrárkörnyezet-védelmi jogszabályalkotást [90].

EU-csatlakozásunk kapcsán agronómiai és agrárkörnyezet-védelmi szempontból értékelték az EU27 országok mezőgazdasági nitrogén és foszfor (NP) forgalmát. Felhívták a figyelmet az

európai országok NP felhasználása közötti különbségekből adódó környezetvédelmi, szociális és vidékfejlesztési problémákra [91].

Szabadföldi tartamkísérletekben feltárták egyes gyomnövényfajok szerepét a természetű növény tápanyagellátásával és talajművelésével összefüggésben. A tápanyagellátás hatását igazolták a gyomflóra faji összetételére, dominancia viszonyaira és biomassza képzésére [92]. A forgatásos művelés gyomszabályozó, a minimális művelés évelő gyomnövényeket felszaporító hatását mutatták ki.

Széleskörű hazai együttműködésben feltárták az ürömlévelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) tápanyag- és vízfelvételi sajátosságait, valamint védekezési programot dolgoztak ki ellenük [93, 94].

## Hivatkozások

- [1] Stefanovits, P., Michéli, E. (szerk.) (2005): A talajok jelentősége a 21. században. *Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián II. Az agrárium helyzete és jövője*. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest.
- [2] Michéli, E., P. Schad, O. Spaargaren, F. Nachtergaele, D. Dent (eds.) (2006): *World Reference Base for Soil Resources*. 2nd Edition. FAO/ISRIC/IUSS, Rome, 130 p.
- [3] Hughes, P., McBratney, A., Huang, J., Minasny, B., Hempel, J., Palmer, D., Micheli, E. (2017): Creating a novel comprehensive soil classification system by sequentially adding taxa from existing systems. *Geoderma Regional* 11: 123-140.
- [4] Michéli, E. (2011): A talajképző folyamatok megjelenése a diagnosztikai szemléletű talajosztályozásban. *Agrokémia és Talajtan* 60: 17-32.
- [5] Michéli, E., Fuchs, M., Láng, V., Szegi, T., Kele, G. (2014): Methods for modernizing the elements and structure of the Hungarian Soil Classification System. *Agrokémia és Talajtan* 63: 69-78.
- [6] Michéli, E., Csorba, Á., Szegi, T., Dobos, E., Fuchs, M. (2019): The soil types of the modernized, diagnostic based Hungarian Soil Classification System and their correlation with the World reference base for soil resources. *Hung. Geogr. Bull.* 68: 109-117.
- [7] Makó, A., Tóth, B., Hernádi, H., Farkas, Cs., Marth, P. (2010): Introduction of the Hungarian detailed soil hydrophysical database (MARTHA) and its use to test external pedotransfer functions. *Agrokémia és Talajtan* 59: 29–39.
- [8] Cseresnyés, I., Takács, T., Sepovics, B., Kovács, R., Füzy, A., Parádi, I., Rajkai, K. (2019): Electrical characterization of the root system: a noninvasive approach to study plant stress responses. *Acta Physiol. Plant.* 41: 169. DOI:10.1007/s11738-019-2959-x,
- [9] Cseresnyés, I., Rajkai, K., Takács, T. (2016): Szójafajták gyökérnövekedésének és szárazságtűrésének in situ vizsgálata elektromos kapacitás méréssel. *Agrokémia és Talajtan* 65: 243-257.
- [10] Fodor, N., Sándor, R., Orfanus, T., Lichner, L., Rajkai, K. (2011): Evaluation method dependency of measured saturated hydraulic conductivity. *Geoderma* 165: 60-68.
- [11] Tamás J, Riczu P (2012): Eljárás gyümölcsfák párolgási felületének (lombozat méretének és topológiájának) meghatározására háromdimenziós lézeres pontfelhő alapján, főként precíziós kertészeti technológiák munkagépei munkafolyamatainak koordinálására. Szabadalmi oltalom.
- [12] Tóth, T. Várallyay, Gy. (2002): Past, present and future of the Hungarian classification of salt-affected soils. In: Micheli, E, Nachtergaele, FO, Jones, RJA, Montanarella L. (eds.): *Soil Classification 2001*. European Soil Bureau, Research Report No.7., European Communities, Luxembourg, pp. 125-135.
- [13] Douaik, A, Van Meirvenne, M, Tóth, T (2005): Soil salinity mapping using spatio-temporal kriging and bayesian maximum entropy with interval soft data. *Geoderma* 128: 234-248.
- [14] Douaik, A., Van, Meirvenne, M., Tóth, T. (2007): Statistical methods for evaluating soil salinity spatial and temporal variability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:1629-1635.
- [15] Pásztor, L., Szabó, J., Bakacsi, Zs., Laborczi, A. (2013): Elaboration and applications of spatial soil information systems and digital soil mapping at the Research Institute for Soil

Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences. *Geocarto Internat.* 28: 13–27.

[16] Németh, T., Neményi, M., Harnos, Zs. (szerk.) (2007): *A precíziós mezőgazdaság módszertana*. JATE Press, MTA TAKI, Szeged

[17] Pásztor, L., Laborczi, A., Bakacsi, ZS., Szabó, J., Illés, G. (2018): Compilation of a national soil-type map for Hungary by sequential classification methods. *Geoderma* 311: 93-108.

[18] Pásztor, L., Laborczi, A., Takács, K., Illés, G., Szabó, J., Szatmári, G. (2020): Progress in the elaboration of GSM conform DSM products and their functional utilization in Hungary, *Geoderma Regional* 21: Paper e00269

[19] Szatmári, G., Pásztor, L. (2019): Comparison of various uncertainty modelling approaches based on geostatistics and machine learning algorithms, *Geoderma* 337: 1329-1340.

[20] Szatmári, G., Pirkó, B., Koós, S., Laborczi, A., Bakacsi, ZS., Szabó, J., Pásztor, L. (2019): Spatio-temporal assessment of topsoil organic carbon stock change in Hungary. *Soil Tillage Res.* 195: Paper: 104410

[21] Tóth, G., Hermann T., SZatmári, G., Pásztor, L. (2016): Maps of heavy metals in the soils of the European Union and proposed priority areas for detailed assessment. *Sci. Total Environ.* 565: 1054-1062.

[22] Illés, G., Sutikno, S., Szatmári, G., Sandhyavitri, A., Pásztor, L., Kristijono, A., Molnár, G., Yusa, M., Székely, B. (2019): Facing the peat CO<sub>2</sub> threat: digital mapping of Indonesian peatlands—a proposed methodology and its application, *J. Soils Sediments* 19: 3663-3678.

[23] [http://epa.oszk.hu/00600/00691/00157/pdf/EPA00691\\_mtud\\_2016\\_10.pdf](http://epa.oszk.hu/00600/00691/00157/pdf/EPA00691_mtud_2016_10.pdf)

[24] Tóth, G., Gardi, C., Bódis, K. (2013): Continental-scale assessment of provisioning soil functions in Europe. *Ecol. Process.* 2: 32. DOI: 10.1186/2192-1709-2-32

[25] Kádár, I. (1998): *A szennyezett talajok vizsgálatáról. Kármentesítési kézikönyv. 2.* Környezetvédelmi Minisztérium, Budapest

[26] Anton A. (1999): *Talajszennyeződés, talajtisztítás.* Környezetügyi műszaki gazdasági tájékoztató: 5. KGI. Budapest

[27] Várallyay, Gy. (1993): Soil data bases for sustainable land use - Hungarian case study. In: Greenland, D.J., Szabolcs, I. (eds.): *Soil Resilience and Sustainable Land Use.* CAB International, Wallingford, pp. 469-495.

[28] TIM Szakértői Bizottság (1995): *Talajvédelmi Információs Monitoring Rendszer Módszertan,* Budapest.

[29] Makó, A., Elek, B. (2006): Comparison of the soil extraction isotherms of soil samples saturated with nonpolar liquids. *Water Air Soil Poll.* 6: 331–342.

[30] Makó A., Hernádi H. (2012): *Kőolajszármazékok a talajban. Talajfizikai kutatások.* Pannon Egyetem, Veszprém

[31] Hernádi, H., Makó, A. (2014): Predicting soil nonaqueous phase liquid retention with pedotransfer functions. *Agrokémia és Talajtan* 63: 9–18.

[32] Kádár, I. (1995): *A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel* Magyarországon. KTM-MTA TAKI, Budapest

- [33] Kádár, I. (2012): *A főbb szennyező mikroelemek környezeti hatása*. MTA TAKI, Akaprint, Budapest
- [34] Anton, A., Rékási, M., Uzinger, N., Széplábi, G., Makó, A. (2012): Modelling the potential effects of the Hungarian red mud disaster on soil properties. *Water Air Soil Pollut.* 223: 5175–5188.
- [35] Rékási, M., Feigl, N., Uzinger, K., Gruiz, A., Makó, A., Anton (2013): Effects of leaching from alkaline red mud on soil biota: modelling the conditions after the Hungarian red mud disaster. *Chem. Ecol.* 29: 709–723.
- [36] Makó, A., Anton, A., Csitári, G., Rékási, M., Uzinger, N., Barna, Gy., Széplábi, G., Hernádi, H. (2014): Vörösiszappal szennyezett talaj fizikai tulajdonságainak vizsgálata modell oszlop kísérletben. *Agrokémia és Talajtan* 63: 203-222.
- [37] Uzinger, N., Rékási, Á.D., Anton, Koós, S., László, P., Anton, A. (2015): Results of the clean-up operation to reduce pollution on flooded agricultural fields after the red mud spill in Hungary. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22: 1–9.
- [38] Filep, T., Rékási, M., Makó, A. (2015): Vörösiszappal szennyezett talajok kémhatása és sav-bázis pufferoló képessége barnaszéntartalmú talajjavító anyag alkalmazását követően. *Agrokémia és Talajtan* 64: 93-104.
- [39] Köves-Péchy, K., Bakondi-Zámory, É., Szegi, J., Szili-Kovács, T. (1989): A rhizobiumos oltás, mint környezetkímélő technológiai eljárás. *Agrokémia és Talajtan* 38: 235-238.
- [40] Köves-Péchy, K., Szegi, J., Szili-Kovács, T. (1993): Effect of ecological factors on rhizobial spreading and nitrogen-fixing activities in Hungarian soil types. *Zentralbl. Mikrobiol.* 148: 177-193.
- [41] Makra, N., Gell, G., Juhász, A., Soós, V., Kiss, T., Molnár, Z., Ördög, V., Vörös, L., Balázs, E. (2019): Molecular taxonomic evaluation of *Anabaena* and *Nostoc* strains from the Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection. *S. Afr. J. Botany* 124: 80-86.
- [42] Takács, T., Cseresnyés, I., Kovács, R., Parádi, I., Kelemen, B., Szili-Kovács, T., Füzy, A. (2018): Symbiotic effectivity of dual and tripartite associations in soybean (*Glycine max* L. Merr.) cultivars inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* and AM fungi. *Front. Plant Sci.* 9:1631. DOI:10.3389/fpls.2018.01631
- [43] Cseresnyés, I., Takács, T., Végh, K., R., Anton, A., Rajkai, K. (2012): Electrical impedance and capacitance method: a new approach for detection of functional aspects of arbuscular mycorrhizal colonization in maize. *Eur. J. Soil Biol.* 54: 25-31.
- [44] Szili-Kovács, T., Kátai, J., Takács, T. (2011): Mikrobiológiai indikátorok alkalmazása a talajminőség értékelésében. 1. Módszerek. *Agrokémia és Talajtan* 60: 273-286.
- [45] Biró, B., Füzy, A., Posta, K. (2010): Long-term effect of heavy metal loads on the mycorrhizal colonization and metal uptake of barley. *Agrokémia és Talajtan* 59: 175-184.
- [46] Simon, L., Biró, B., Széles, É., Balázs, S. (2007): Szelén fitoextrakciója és mikrobacsoportok előfordulása szennyezett talajokban. *Agrokémia és Talajtan* 56: 161-172.
- [47] Takács, T. (2012): Site-specific optimization of arbuscular mycorrhizal fungi mediated phytoremediation. In: Zaidi, A., Wani, P.A., Khan MS (eds.): *Toxicity of Heavy Metals to Legumes and Bioremediation*. Springer, Vienna, pp. 179-202.
- [48] Biró, B., Villányi, I., Köves-Péchy, K. (2002): Abundance and adaptation level of some soil microbes in salt affected soils. *Agrokémia és Talajtan* 50: 99-106.

- [49] Füzy, A., Biró, B., Tóth, T., Hildebrandt, U., Bothe, H. (2008): Drought, but not salinity, determines the apparent effectiveness of halophytes colonized by arbuscular mycorrhizal fungi. *J. Plant Physiol.* 165: 1181-1192.
- [50] Mucsi, M., Csontos, P., Borsodi, A., Krett, G., Gazdag, O., Szili-Kovács, T. (2017): A mikrorespirációs (MicroResp™) módszer alkalmazása apajpusztai szikes talajok mikrobaközösségeinek katabolikus aktivitás mintázatának vizsgálatára. *Agrokémia és Talajtan* 66: 165-179.
- [51] Mayer, Z., Sasvári, Z., Szentpéteri, V., Pethőné Rétháti, B., Vajna, B., Posta, K. (2019): Effect of long-term cropping systems on the diversity of the soil bacterial communities. *Agronomy* 9: 878. DOI: 10.3390/agronomy9120878
- [52] Sasvári, Z., Hornok, L., Posta, K. (2011): The community structure of arbuscular mycorrhizal fungi in roots of maize grown in a 50-year monoculture. *Biol. Fertil. Soils* 47: 167-176.
- [53] Gazdag, O., Kovács, R., Parádi, I., Füzy, A., Ködöböcz, L., Mucsi, M., Szili-Kovács, T., Inubushi, K., Takács, T. (2019): Density and diversity of microbial symbionts under organic and conventional agricultural management. *Microbes Environ.* 34: 234-243.
- [54] Dombos, M., Kosztolányi, A., Szlávecz, K., Gedeon, C., Flórián, N., Groó, Z., Dudás, P., Bánszegi, O. (2017): EDAPHOLOG monitoring system: Automatic, real-time detection of soil microarthropods. *Meth. Ecol. Evol.* 8: 313-321.
- [55] Flórián, N., Ladányi, M., Ittész, A., Kröel-Dulay, G., Ónodi, G., Mucsi, M., Szili-Kovács, T., Gergőcs, V., Dányi, L., Dombos, M. (2019): Effects of single and repeated drought on soil microarthropods in a semi-arid ecosystem depend more on timing and duration than drought severity. *PLoS One* 14: e0219975.
- [56] Epp Schmidt, D.J., Pouyat, R.V., Setälä, H., Szlavecz, K., Yesilonis, I.D., Cilliers, S., Hornung, E., Kotze, D.J., Dombos, M., Yarwood, A.S. (2017): Urbanization erodes ectomycorrhizal fungal diversity and may cause microbial communities to converge. *Nat. Ecol. Evol.* 1: 0123. DOI: 10.1038/s41559-017-0123
- [57] Láng, I., Csete, L., Jolánkai, M. (eds.) (2007): *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA Jelentés.* Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- [58] Láng, I., Csete, L., Faragó, T., Jolánkai, M., Mika, G. (2009): Increasing preparedness for climate change in Hungary. In: *Climate sense.* WMO, Tudor Rose, Leicester. 83-86 pp.
- [59] Jolánkai, M. (2010): Agriculture, soil management and climate change. In: Faragó, T., Láng, I., Csete, L. (eds.): *Climate change and Hungary: Mitigating the hazard and preparing for the impacts – the VAHAVA Report.* Hungarian Academy of Science, Budapest. 38-45 pp.
- [60] Birkás, M., Jolánkai, M., Kisić, I., Stipesević, B. (2007): Soil tillage needs a radical change for sustainability. In: Koprivanac, N., Kusić, H. (eds.): *Environmental Management, Trends and Results.* Inter-Ing, Zagreb, 147-152 pp.
- [61] Jug, D., Brozović, B., Đurđević, B., Jug, I., Lipiec, J., Birkas, M., Vukadinović, V. (2019): Effect of conservation tillage on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Soil Till. Res.* 194: DOI: 10.1016/j.still.2019.104327
- [62] Dekemati, I., Simon, B., Vinogradov, S., Birkás, M. (2019): Effect of six different tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in Hungary. *Soil Till. Res.* DOI: 10.1016/j.still.2019.104334

- [63] Bogunović, I., Kovács, G.P., Dekemati, I., Kisić, I., Balla, I., Birkás, M. (2019): Long-term effect of soil conservation tillage on soil water content, penetration resistance, crumb ratio and crusted area. *Plant Soil Environ.* 65: 442-448.
- [64] Sárvári, M., Pepó, P. (2014): Effect of production factors on maize yield and yield stability. *Cereal Res. Commun.* 42: 710-720.
- [65] Széles, A., Nagy, J., Rátonyi, T., Harsányi, E. (2019): Effect of differential fertilisation treatments on maize hybrid quality and performance under environmental stress conditions in Hungary. *Maydica* 64: 1-14.
- [66] Kismányoky, T., Jolánkai, M. (2009): A magyarországi tartamkísérletek. In: Debreczeni B-né, Németh T. (eds.) *Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967-2001)*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 25-34 pp.
- [67] Micskei, G., Árendás, T., Berzsenyi, Z. (2012): Relationship between maize yield and growth parameters in a long-term fertilization experiment. *Acta Agron. Hung.* 60: 209-219.
- [68] Kismányoky, T. (2018): Long term field experiments in the crop production and agroecology. *Acta Agr. Debreceniensis* 267-272 pp.
- [69] Németh, T., Neményi, M., Harnos, Zs. (eds.) (2007): *A precíziós mezőgazdaság módszertana*. JATE Press, Szeged. 239 p.
- [70] Tarnawa, Á., Kassai, M.K., Eser, A., Kempf, L., Jolánkai, M. (2017): Precíziós módszerek alkalmazása a szántóföldi növénytermesztésben. In: Milics G. (ed.): *Precíziós gazdálkodás*. Opal Média és Kommunikáció Kiadó, Budapest, 82-84 pp.
- [80] Milics, G. (ed.) (2018): *Prega Science Scientific Conference on Precision Agriculture and Agro-Informatics*. Agroinform Média, Budapest, 59 p.
- [81] Gyuricza, Cs. (2007): Cultivating woody energy crops for energetic purposes. *Biowaste* 2: 25-32.
- [82] Gyuricza, Cs., Hegyesi, J., Kohlheb, N. (2011): Rövid vágásfordulójú fűz (*Salix* sp) energiaültetvény termesztésének tapasztalatai és életciklus elemzésének eredményei. *Növénytermelés* 60: 45-65.
- [83] Junek, N., Mikó, P., Kovács, G., Balla, I., Gyuricza, Cs. (2013): Biomassza vizsgálatok egy kedvezőtlen termőhelyi körülmények között létesített energiafűz ültetvényben. *Növénytermelés* 62: 5-18.
- [84] Jolánkai, M., Nyárai, H. F., Farkas, I., Szentpétery, Z. (2007): Agronomic impacts on energy crop performance. *Cereal Res. Commun.* 35: 537-541.
- [85] Simon, L. (2017): Az olasz nád (*Arundo donax* L.) termesztése és hasznosítása. *Növénytermelés* 66: 89-109.
- [86] Simon, L., B., Szabó, M., Szabó, Gy., Vincze, Cs., Varga, Zs., Uri, J., Koncz (2013): Effect of various soil amendments on the mineral nutrition of *Salix viminalis* and *Arundo donax* energy crops. *Eur. Chem. Bull.* 2: 18-21.
- [87] Jolánkai, M., Kassai, K., Nyárai, H.F., Tarnawa, Á., Balla, I., Szentpétery, Zs. (2013): Carbon sequestration of grain crop species influenced by nitrogen fertilization. *Hung. Agric. Eng.* 24: 23-26.
- [88] Kassai, M. K., Pósa, B., Tarnawa, Á., Nyárai, H.F., Jolánkai, M. (2016): The contribution of field crops an N fertilization to soil organic matter. *Növénytermelés*, 65: (Suppl.) 167-170.

- [89] Berzsenyi, Z., Győrffy, B., Lap, D.G. (2000): Effect of crop rotation and fertilisation on maize and wheat yields and yield stability in a long-term experiment. *Eur. J. Agron.* 13: 225-244.
- [90] Berzsenyi, Z., Tokatlidis, I.S. (2012): Density dependence rather than maturity determines hybrid selection in dryland maize production. *Agron. J.* 104: 331-336.
- [91] Berzsenyi, Z. (2015): *Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése*. Agroinform, Budapest, 587 p.
- [92] Buzás, I. (1993): *Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszertan. I. A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata*. INDA 4231 Kiadó, Budapest
- [93] Németh, T. (1996): *Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma*. MTA TAKI, Budapest, 384 p.
- [94] Kovács, G.J., Csathó, P. (2005): *A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között*. MTA TAKI, Budapest.
- [95] Kádár, I. (1991): *A növénytáplálás alapelvei és módszerei*. MTA TAKI, Budapest. 398 p.
- [96] Csathó, P., Árendás, T., Fodor, N., Németh, T. (2009): Evaluation of different fertilizer recommendation systems on various soils and crops in Hungary. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 40: 1689-1711.
- [97] Németh, T. (2006): Application of the Bray-Mitscherlich equation approach for economically and environmentally sound fertilization of field crops in Hungary. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 37: 2227-2247.
- [98] Árendás, T., Csathó, P. (2002): Comparison of the effect of equivalent nutrients given in the form of farmyard manure or fertilizers in Hungarian long-term field trials. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 33: 2861-2878.
- [99] Csathó, P., Radimsky, L. (2009): Two worlds within EU27: sharp contrasts in organic and mineral NP use, NP balances and soil P status. Widening and deepening gap between Western and Central Europe. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 40: 999-1019.
- [100] Lehoczky, É. (2004): A növekvő adagú nitrogén ellátás hatása a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) növekedésére. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 5: 32-41.
- [101] Kőmíves, T., Béres, I., Reisinger, P., Lehoczky, É., Berke, J., Tamás, J., Páldy, A., Csornai, G., Nádor, G., Kardeván, P., Mikulás, J. (2006): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elleni integrált védekezés új stratégiai programja. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 7: 5-51.
- [102] Reisinger, P., Lehoczky, É., Nagy, S., Kőmíves, T. (2004): Database-based precision weed management. *Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 19: 467-472.