



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Növényvédőszer-maradék vizsgálata Magyarországon 1967 és 2015 között*

* Jelen kéziratból a szerzők plenáris előadást tartottak a 62. Növényvédelmi Tudományos Napok keretében, 2016. február 16-án a Magyar Tudományos Akadémia Nagytermében.

1. Összefoglalás

A korszerű nagyüzemi növényvédelem nemzetközi szinten is példamutató kialakításával közel egyidőben szükségessé vált a növényvédőszer-maradékok koncentrációjának ellenőrzése a kezelt terményekben, talajban és felszíni vizekben. A korszerű műszerekkel felszerelt vizsgálólaboratóriumok fiatal, jólképzett és lelkes munkatársi gárdája az OÉTI módszereit folyamatosan továbbfejlesztette, és kidolgozta a sokrétű vizsgálati feladatoknak megfelelő eljárásokat, aminek eredményeként már 1976-ban kiadtuk a 4 kötetes egységes módszergyűjteményt, 1978-tól pedig már számítógépesen dolgoztuk fel és értékeltük a vizsgálati eredményeket.

Rendszeres továbbképzéssel és szigorú minőségbiztosítási követelményeket támasztva biztosítottuk, hogy a 20 vizsgálólaboratórium eredményei összehasonlíthatók legyenek. Ilyen metodikai háttérrel és magas szintű szakmai ismeretekkel rendelkező hálózat munkatársainak nem jelentett problémát a nemzetközi követelményeknek megfelelő Helyes laboratóriumi gyakorlat (GLP) szerinti, továbbá az ISO17025 követelményeknek megfelelő akkreditáció megszerzése, az Európai Unióhoz történt csatlakozást követően pedig a nemzetközi kongresszusokon és körvizsgálatokban a kiemelkedő szereplés.

Az ország gazdasági helyzete azonban nem tette lehetővé a nagyszámú vizsgálólaboratórium fenntartását. A vizsgálatok koncentrálását és a kevesebb, de nagyobb létszámú laboratórium működtetését indokoltá tette a nagyteljesítményű, drága műszerek optimális kihasználása is.

A laboratóriumok számának csökkentése a 90-es évek elején kezdődött, jelenleg 4 laboratórium 37 fővel, évente közel hat- hétezer mintaszámmal végzi a növényi és állati eredetű élelmiszerek, takarmányok növényvédőszer-maradék tartalmának ellenőrzését, valamint korlátozott számban környezet szennyezést feltáró vizsgálatokat is.

A vizsgálati követelmények fokozatosan növekednek. Napjainkban egy szermaradék-vizsgáló laboratóriumtól elvárják, hogy a mintákat 400-500 különböző szer maradárára és a toxikus metabolitjára vizsgálják meg napokon belül. Ezeknek az elvárásoknak csak a legkorszerűbb műszerekkel lehet eleget tenni, és e tekintetben komoly elmaradásunk van. Az EU átmeneti támogatási program keretében 2008-ban végrehajtott műszerfejlesztést és a kapcsolódó továbbképzést követően érdemi fejlesztésre és szervezett továbbképzésre nem, vagy csak igen korlátozott mértékben került sor. A 9-16 éves, a várható élettartamuk végső határán lévő műszerek cseréjére és a – folyamatosságot biztosító szerencsére zömében fiatal – munkatársi gárda rendszeres továbbképzésére haladéktalanul szükség van ahhoz, hogy a laboratóriumok el tudják végezni az élelmiszer-biztonsági célkitűzések megvalósításához nélkülözhetetlen, az uniós elvárásoknak megfelelő, ellenőrző vizsgálatokat.

¹ Nyugalmazott tudományos főtanácsadó, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

² Nemzeti Élelmiszerlánc Biztonsági Hivatal, Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság

2. A növényvédőszer-maradék vizsgálatok szükségessége és az analitikai hálózat kialakítása

Magyarországon az 50-es években az egész ország területén általánossá vált a burgonyabogár, az amerikai fehér szövőlepke, a bundásbogár, és a cukorrépa kártevők károsítása, amelyek ellen elsődlegesen a perzisztens DDT és egyéb klórozott szénhidrogén alapú növényvédő szerekkel rendeltek el kötelező védekezést. 1954-55-ben minden megyében megalakultak a megyei növényvédő állomások rendkívül szerény infrastrukturális háttérrel. 1958-ban a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen elkezdődött a növényvédelmi szakmérnökök posztgraduális képzése. A növényvédelem rendszerszerű komplex fejlesztése dr. Nagy Bálint nevéhez fűződik, aki a magyar növényvédelmet az egész agrárágazat egyik meghatározó, az élő és nem élő környezet meghatározott elemeire és a társadalom egészére is kiható elemének tekintette [1].

Ennek az átfogó szemléletnek szerves elemét képezte a környezetben, az emberi és állati szövetekben felhalmozódó szerves klórozott szénhidrogének (DDT, aldrin, dieldrin, HCH) forgalmazásának betiltása a világon elsőként Magyarországon 1968-ban, továbbá a higany- és arzén-mentesítési program. Szükségessé vált az egyre fokozódó mennyiségű, a klórozott szénhidrogéneket helyettesítő, de azoknál sokkal mérgezőbb szerves foszforsavészter, karbamát és egyéb típusú rovarölő, gombaölő és gyomirtó szerek maradékának rendszeres ellenőrzése a kezelt növényi terményekben, talajban és felszíni vizekben. E célból került sor a Növényvédőszer-maradék analitikai csoport kialakítására 1967-ben, a MÉM Központi Növényvédelmi és Karantén Laboratórium (MÉM KNKL) részeként a Pest megyei Növényvédő Állomás keretében működő repülőgépes egység telephelyén, Budaörsön.

A Növényvédőszer-maradék analitikai csoport (NACs) széleskörű feladatai közül a legfontosabbak:

- az Országos Élelmezés és Táplálkozástudományi Intézet (OÉTI) korábbi vizsgálati tapasztalatának és módszereinek átvétele [2], új vizsgálati módszerek kifejlesztése;
- az új műszerek optimális működési paramétereinek meghatározása;
- a megyei növényvédőszer-maradék analitikai laboratóriumi hálózat megszervezése, szakmai irányítása, éves munkatervének összeállítása;
- a növényvédő szerek engedélyezés előtti hatékonysági vizsgálataikhoz kapcsolódó szer-maradék szerkísérleti vizsgálatok rendszerének kialakítása, a vizsgálati eredmények értékelése;

- a növényvédő szerek alkalmazásakor használt védőeszközök (kesztyűk, szűrők, ruházat) hatékonyságának ellenőrzésére módszerek kidolgozása és a vizsgálatok végrehajtása;
- magyar növényvédőszer-ipar fejlesztésének metodikai segítése.

1968-1974 között került sor minden megyei növényvédelmi állomáson a növényvédőszer-maradék vizsgáló laboratórium kialakítására és felszerelésére korszerű üvegkolonnás gázkromatográfokkal (1. ábra), vékonyréteg kromatográfokkal, UV spektrofotométerekkel és egyéb, a vizsgálatokhoz szükséges eszközökkel. A Növényvédelmi Főosztályvezető utasítására sikerült elérni, hogy a laboratóriumokba jól képzett, lelkes vegyészek, vagy kémia-biológia-fizika szakos végzettségű munkatársak kerüljenek. A laboratóriumok létszáma 3-5 fő között változott.

A laboratóriumok a NACs által összeállított és a MÉM Növényvédelmi Főosztálya által jóváhagyott éves munkaterv alapján végezték a munkájukat az alábbi területeken:

- a növényi termékek növényvédőszer-maradék tartalmának meghatározása;
- növényvédőszer-maradékok vizsgálata talajban és felszíni vizekben;
- a növényvédő szerek engedélyezés előtti illetve technológiafejlesztő szerkísérletek végrehajtása;
- a vizsgálatok megbízhatóságának igazolására ellenőrző (mai szóhasználattal minőségbiztosítási) mérések rendszeres elvégzése;
- vizsgálati módszerek fejlesztése, adaptálása;
- a Növényvédelmi Főosztály utasítására speciális vizsgálatok végrehajtása;
- közreműködés a helyi problémák feltárásában.

3. A világszínvonalú szakmai munka megalapozása

3.1. Összehangolt módszerfejlesztés

Az első laboratóriumok kialakításától kezdve fontos szempontnak tekintettük minden megyei munkatárs bevonását a módszerfejlesztési program kidolgozásába és végrehajtásába. A módszerfejlesztés, más hazai intézmények gyakorlatával szemben nem a központi labor kizárólagos feladata volt. E tekintetben nem volt különbség a NACs és a megyei laboratóriumok munkatársai között. Egy-egy vegyületcsoport meghatározására alkalmas módszer kidolgozására, illetve egyes műszerek optimális működési körülményeinek a kidolgozására, alkalmazhatósági területének vizsgálatára munkacsoportokat hoztunk létre, amelyekben minden munkatárs képességeinek megfelelően, de teljes odaadással és lelkesedéssel részt vett.

3.2. Rendszeres elméleti és gyakorlati továbbképzések

A módszerfejlesztési és vizsgálati tapasztalatokat az éves továbbképzéseken, illetve évközi munkaértekezleteken cseréltük ki, illetve mutattuk be a gyakorlatban a kidolgozott módszerek végrehajtását, a műszerek optimalizálását. Az éves továbbképzések eleinte kéthetes, később 5 napos majd a 90-es évek végére 2-3 napos időtartamúak voltak. A továbbképzésekre a hálózat felkért munkatársai elméleti előadásokkal és gyakorlati bemutatókkal készültek. Ez tette lehetővé, hogy a mai színhez viszonyítva hiányos angol nyelvtudás ellenére a munkatársaink megismerhették a gáz- és vékonyréteg-kromatográfia, az UV-VIS spektrofotometria, polarográfia elméleti alapjait, helyes alkalmazásuk feltételeit, amelyek oktatása az egyetemeken rendkívül hiányos volt, és nem csak rutinszerűen, hanem tudatosan alkalmazták a rendelkezésükre álló műszereket. A továbbképzések a szakmai előnyökön túlmenően fontos szerepet játszottak a jó munkatársi kapcsolatok, közvetlen légkör kialakításában, ami lehetővé tette, hogy egységes, egymást segítő és nem egymással vetélkedő laborokból álló hálózat alakuljon ki.

3.3. Magas minőségi követelmények támasztása és betartásuk ellenőrzése

A laboratóriumok munkáját, a vizsgálatok helyes végrehajtását és az eredmények megfelelő dokumentációját az NACs évente 2-3 alkalommal a helyszínen ellenőrizte. 1974-ben bevezettük az úgynevezett tesztminta vizsgálatokat, melynek keretében évi négy alkalommal kaptak a laboratóriumok 8-12 különböző szermaradékot tartalmazó mintákat, melyekben azonosítani kellett a hatóanyagok maradványait és meg kellett határozni azok koncentrációját.

3.4. Nemzetközi kapcsolatok, tapasztalatok hasznosítása

A vizsgálati módszerek kiválasztásában, továbbfejlesztésében hasznosítottuk a Növényvédőszer-maradékokkal foglalkozó Codex Bizottság (CCPR) Análitikai és Mintavétel Munkabizottságában szerzett tapasztalatokat. A Codex munkában, az IUPAC Növényvédő szer kémiai bizottságában és a FAO WHO Növényvédőszer-maradékokkal foglalkozó szakértői bizottságban kialakított szakmai kapcsolatok fontos szerepet játszottak a későbbiekben a nemzetközi együttműködések területén is. A 90-es évek első felében meghirdetett kétoldalú tudományos együttműködési pályázati lehetőséget kihasználva munkatársaink közel 50 hónapnyi időt töltöttek vezető angol, holland, német, osztrák és amerikai intézetekben valamint a partner intézetek munkatársait is vendégül láttuk laboratóriumainkban.

3.5. A vezetés támogatása

A Növényvédelmi Főosztály teljes mértékben támo-

gatta az összehangolt fejlesztő munkát, a továbbképzések megtartását, amelyet személyes hosszabb rövidebb időtartamú részvételükkel is jeleztek. Ezt bizonyítja az is, hogy az első kéthetes továbbképzésen dr. Hargitai Ferenc főosztályvezető-helyettes végig részt vett. Értékelve az ott folyó szakmai munka színvonalát, a Növényvédelmi Főosztály, a MÉM KNKL valamint a későbbiekben a MÉM Növényvédelmi Központ vezetése támogatta a hazai és nemzetközi továbbképzések rendszeres megtartását, a részvételt a nemzetközi szervek munkájában, nemzetközi kooperációban, valamint az eredményeink közreadását nemzetközi szakmai konferenciákon, munkaértekezleteken.

Az évek során kiemelt figyelmet és támogatást kaptunk különösen dr. Nagy Bálint, dr. Hargitai Ferenc, Fésűs István és dr. Eke István főosztályvezetőktől illetve dr. Kovács Imre és Szabó János igazgatóktól. A vezetés támogatása és a megfelelő műszaki és személyi feltételek biztosítása nélkül a munkatársak szakmai felkészültsége és lelkesedése nem lett volna elegendő a nemzetközi szinten is kiemelkedő eredmények eléréséhez. A kiemelkedő szakmai munkát a felső vezetés is elismerte: 2012-ben és 2013-ben három, nyugdíjas éveiket megkezdő munkatársunkat a Magyar Ezüst Érdemkeresztrel tüntette ki.

Az előbbiekben bemutatott öt tényező együttes hatása azt eredményezte, hogy a megyei laboratóriumok jól szervezett, egységes rendszert alkottak, a növényvédőszer-maradék vizsgálati eredményeik laboratóriumtól függetlenül egyenértékűek voltak, az egymást segítő és az értelmes célokért jelentős plusz munkát is vállaló munkatársakkal nemzetközi szinten is jelentős és elismert eredményeket érthetünk el.

4. Az összehangolt, igényes szakmai munka eredményei

4.1. Egységes vizsgálati módszerkönyv kiadása

A szisztematikus módszerfejlesztés eredményeként a növényvédelmi szervezetben elsőként tudtuk kiadni 1976-ban a több laboratóriumban ellenőrzött módszereket valamint a vizsgálatok elméleti alapjait tartalmazó, 4 kötetes, a „Növényvédőszer-maradékok vizsgálati módszerei” című módszerkönyvünket [3] (2. ábra), mely alapját képezte a következő évtized vizsgálatainak. A könyv elkészítésében közreműködtek: Ambrus Á., Árpád Z., Bálint Sz., Dudar E., Csatlós I., Fülöp A., Hargitai F-né, Lantos J., Pápa Á., Sárvári L. és Szabó L.

4.2. Az eredmények közreadása nemzetközi kongresszusokon és szakfolyóiratokban

A magas színvonalú szakmai munka elismeréseként a Növényvédelmi Főosztály vezetése biztosította, hogy a hálózat több munkatársa részt vehetett és előadásokat tarthatott a Helsinkiben tartott 3. IUPAC Nemzetközi Növényvédő szer Kémiai Kongresszus-

tól kezdve (1974) minden (a 2010-ben, Ausztráliában megrendezett kivételével) IUPAC kongresszuson. A kituzások fedezetét a költségvetési támogatás mellett fokozatosan a nemzetközi projektekből és szakértői tevékenységekből származó bevételből biztosítottuk.

A vizsgálatok alapját képező, több növényvédőszer-maradék egymás melletti meghatározására alkalmas általános módszerünket a 4. IUPAC Kongresszuson 3 poszteren mutattuk be, majd azt követően három közleményben adtuk közre a legnagobb nemzetközi szakfolyóiratban [4], [5], [6].

Ugyancsak az egyik IUPAC Kongresszuson mutattuk be a nagy nemzetközi figyelmet keltett oszlopxtraktációs módszert (Ottawa 1986). Az ezt leíró közleményre több, mint 200 független hivatkozás történt [7]. A bemutatott poszterek színvonalát jelzi, hogy azokkal két alkalommal, a 10. és 13. kongresszuson Bazelben (Dr. Kadenczki Lajos - Suszter Gabriella), illetve San Franciscóban (Farkas Zsuzsa, Kerekes Kata, Horváth Zsuzsanna, Kötelesné Suszter Gabriella, Ambrus Árpád) első helyezést értünk el több száz poszter között (3. 4. ábrák).

4.3. Önképzés

Bár a hálózat elsődleges feladata a növényvédőszer-maradékok „rutinszerű” meghatározása volt, a szokásos növényvédőszer-maradék analitikai feladatok végrehajtása és a kapcsolódó módszerfejlesztés mellett, a vizsgálati eredmények megbízhatóságát, helyességét fokozó, az eredmények kiértékelését valamint a növényvédő szerek környezeti hatásának megítélését segítő intenzív kutató munka is folyt, jórészt a részvevő munkatársak túlmunkájával. A célirányos kutató munkát a módszerfejlesztési feladatok meghatározásával és nemzetközi kooperációban való részvétellel is segítettük. A hálózat munkatársai 185 szakcikket jelentettek meg nemzetközi és hazai folyóiratokban és 118 regisztrált előadást tartottak hazai és nemzetközi fórumokon. A releváns közlemények és előadások jegyzékét az elektronikus melléklet tartalmazza amely az Élelmiszervizsgálati Közlemények honlapján érhető el: <http://eviko.hu/hu-hu/Let%C3%B6lthet%C5%91-dokumentumok>

E fejlesztő munka „melléktermékeként” Ambrus Árpád elnyerte a kémiai tudományok kandidátusa címet [8], Ferenczi Miklósné [9], Füzesi István [10], Kadenczki Lajos [11], Károly Gabriella [12], Korsós Istvánné [13], Pápa Ágoston [14] Solymosné Majzik Etelka [15], Susán Mária [16] és Visi Györgyné [17] pedig elkészítette és megvédte egyetemi doktori értekezését.

4.4. Speciális szakmai feladatok sikeres megoldása

Világossá vált, hogy az éves szinten elvégzett 50000-80000 vizsgálati eredmény kézi feldolgozással csak aránytalanul nagy időráfordítással és csupán részben értékelhető. Ezért a növényvédelmi szervezetben el-

sőként 1978-ban kidolgoztuk a vizsgálati eredmények számítógépes értékelésének algoritmusát és külső szakértő bevonásával annak gyakorlati megvalósítását. A program fejlesztése és az eredmények feldolgozása meglehetősen kedvezőtlen feltételek mellett a MÉM központi IBM 360-as számítógépén történt rendszeresen hajnali 2-4 óra között biztosított gépidővel. A feldolgozás alap lekérdezési formátumát Hollandiai kollégáink is átvették. Azokat számos egyéb szempontú lekérdezéssel kiegészítve felhasználtuk az EU átmeneti támogatási projekt keretében kifejlesztett (2009) és jelenleg is használt számítógépes feldolgozási programban is. A rendelkezésünkre álló adatmennyiség nagyságának szemléltetésére említjük, hogy, a 2014-es évben közel 620000 vizsgálati eredmény feldolgozására és értékelésére került sor.

A módszer kidolgozásának kezdetén a Codex növényvédőszer-maradék vizsgálatok céljára kidolgozott mintavételi eljárás [18] megalapozására vizsgáltuk az egyedi terményekben (alma, paradicsom) és talajfúróval vett elemi mintákban található szermaradék koncentráció eloszlását [19], illetve a szerkísérleteknél alkalmazott mintavételi eljárások hibáját [20]. Az elemi minták vétele véletlenszerűen kiválasztott helyekből nem volt egyszerű feladat (5. ábra), de a munkatársak nagy lelkesedéssel és pontosan hajtottak végre, mivel tudták, hogy használható eredményeket csak a vizsgálati terv pontos végrehajtásával kaphatunk. Az elemi minták szermaradék-eloszlására 1977-ben végzett vizsgálatok eredményeinek [19] figyelembevételével dolgozta ki a FAO/WHO szakértői ülés 1995-ben a növényvédőszer-maradékok akut expozíciója meghatározására javasolt eljárást [21].

A hibás átvételi gyakorlat eredményeként a termelők nagy mennyiségű nitrogént alkalmaztak a cukorrépa termesztésekor, aminek eredményeként a répa cukortartalma esetenként 7-8%-ra csökkent, túlterhelve a feldolgozó üzemeket és jelentősen csökkentve a százalékos cukorkihozatalt. A célirányos tápanyag-utánpótláson alapuló agrokémiai program kezdeti fázisában mi kaptuk a feladatot a répa és a talaj nitrogén tartalma meghatározási módszerének kidolgozására és az összefüggések feltárására a különböző helyekről vett minták vizsgálatában. A rendszeresen éjszakába nyúló sürgős vizsgálatokat a Komárom-megyei Növényvédő állomáson a Csongrád- és Hajdú-megyei munkatársakkal kiegészített csapattal végeztük el. Eredményeink hozzájárultak az okszerű tápanyag-utánpótlási szaktanácsadási rendszer kidolgozásához. Ez utóbbinak, illetve a megváltozott átvételi rendszernek az eredményeként a répa cukortartalma néhány év alatt 17-20%-ra nőtt. Vezetői döntés alapján, a laboratóriumok feladatkörének bővítésére a tervezett beltartalmi vizsgálatokkal nem került sor.

A Balaton vízminőségének rohamos romlásáért még bizonyos tudományos körökben is az intenzív mezőgazdasági termelést és állattartást tették felelőssé. A Vízgazdálkodási Kutató Intézettel (VITUKI) közösen végrehajtott FAO projekt keretében, a 80-as évek

elején, elsősorban a Somogy-, Veszprém-, Zala- és BAZ-megyei állomások bevonásával komplex vizsgálati programot terveztünk meg. A projekt keretében egyebek mellett egy éven át vizsgáltuk a Balatonba befolyó patakok, folyók növényvédőszer-maradék, NO_3^- , foszfor és szerves szén szennyezettségét és számos vízminőségi paramétert. Vizsgáltuk továbbá a környező településeknek a Balatonnal közvetlen kapcsolatban lévő felszínközeli talajvízének szennyezettségét, a Rakaca és Tetves patakok, mint modellterületek vízgyűjtőjén folytatott mezőgazdasági termelés, növényvédőszer-mobilitás és a vízminőség kapcsolatát. Az eredményeink egyértelműen bizonyították, hogy a Balaton vízminőségének romlásáért a csatornázatlan környező települések nagymértékben megnövekedett üdülőforgalmából származó tisztítatlan szennyvíz a felelős. Az eredmények meggyőzték az MTA keretében létrehozott Balaton Albizottság tagjait és a Kormány elé terjesztett javaslatban a Balatont körülvevő települések csatornázása és a szennyvíz megfelelő tisztítása szerepelt megoldási javaslatként. Az eredményt ismerjük; napjainkra a Balaton vize újra jó minőségben várja az üdülőket és a helyi lakosságot.

A növényvédőszer-maradék analitikai hálózatban folyó magasszintű szakmai munka elismeréseként mi kaptuk a feladatot az első FAO/WHO regionális növényvédőszer-maradék analitikai továbbképzés megtartására. Bár a magyar nyelvű szakmai továbbképzések programjának összeállításában és megtartásában jó gyakorlattal rendelkezünk, egy az európai analitikusok számára rendezendő továbbképzés komoly kihívást jelentett. Az előadások megtartására és a laboratóriumi gyakorlatok vezetésére dr. Ambrus Árpád, a továbbképzés vezetője, a magyar szakemberek közül Fülöp András, Hargitai Ferencné, dr. Kadencki Lajost, dr. Lantos Jánost, Visi Györgynét és az OÉTI-ből dr. Soós Katalint kérte fel. Külföldi előadóként Mr. Paul Baker (UK), dr. Roy Greenhalgh (Kanada) és dr. Peter Greve (Hollandia) vett részt a 15 bolgár, görög, jugoszláv, lengyel, máltai és portugál analitikus továbbképzésében a Heves-megyei Növényvédő állomáson 1983-ban. Az előadások és gyakorlatok anyagát a WHO könyv formában kiadta [22] A kéthetes továbbképzés alatt szoros szakmai kapcsolatok, barátságok alakultak ki, melyek máig tartanak. A nagyon sikeres rendezvényt további nemzetközi 20-25 fős továbbképzések követték, amelyeket a BAZ-megyei (1996, 1998 és 2015) Fejér-megyei (2001) laboratóriumokban és Budapesten (2012) tartottunk. Az évek során számos magyar intézmény munkatársát, illetve a FAO vagy a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) ösztöndíjasát ismertettük meg a növényvédőszer-maradék analitika alapismerteteivel és helyes laboratóriumi gyakorlatával.

Az előbbieken ismertetett egységes vizsgálati rendszerrel, szakmai felkészültséggel és minőségbiztosítási programmal a birtokunkban nem jelentett problémát az OECD Helyes Laboratóriumi Gyakorlat (GLP) irányelvei szerinti munkarend bevezetése. A felkészü-

lés első fázisaként a korábbi jól bevált gyakorlatnak megfelelően, megyei laboratóriumok munkatársaiból kiválasztott csoporttal készítettük el a szabványműveleti utasításokat, amelyeket a második fázisban a laboratóriumokban kellett aktualizálni és a napi munkarendbe bevezetni. A felkészülési program jóváhagyását követően egy éven belül, 1992-ben sor került a GLP minősítés megszerzésére kiválasztott laboratóriumok nemzetközi akkreditálására. A bizottságot dr. David Moore, az OECD GLP Paneljének korábbi elnöke és az angol GLP felügyelet igazgatója, dr. Peter Greve a CCPR Analitikai Munkabizottsága elnöke és dr. Perjés Gézané, az OGYI GLP felügyeleti egységének inspektora alkotta. A neves nemzetközi szakemberek közreműködésével végzett akkreditációra azért volt szükség, mert abban az időben a magyar GLP akkreditálási rendszert még nemzetközi szinten nem ismerték el. Az akkreditáció során szerzett igen pozitív tapasztalatok alapján dr. David Moore javaslatára Magyarországot meghívták az OECD GLP Panelbe – már egy évvel korábban, mint ahogy Magyarország tagja lett az OECD-nek.

5. Nemzetközi megmérettetés

Magyarország uniós csatlakozását követően kötelezővé vált a hatósági ellenőrző feladatokat ellátó (OFL) és a nemzeti referencia laboratóriumok (NRL) részvétele a nemzetközi körvizsgálatokban. Ezek a körvizsgálatok, (proficiency tests) igen komoly szakmai feladatot jelentenek, mert évente több alkalommal különböző mintákból kell 15-22 hatóanyag-maradékot és esetenként metabolitját azonosítani és mennyiségileg meghatározni.

Az értékelési szempontok igen szigorúak. A részletek mellőzésével, a fő elvi alapjukat az alábbiakban ismertetjük. Ha a mintában lévő szermaradékokat a laboratóriumok pontosan határozzák meg, akkor a mérési eredmények normál eloszlásnak megfelelően szórnak. A μ (átlag) $\pm s$ (standard deviáció) tartományban az eredmények 68%-a, a $\mu \pm 1.96s$ (kerekítve 2) tartományban 95 %-a, a $\mu \pm 3 s$ tartományban 99.7%-a várható. A szokásos gyakorlat szerint az eredményeket jónak tekintjük, ha azok a $\mu \pm 2s$ tartományba esnek. A proficiency tesztek ennél sokkal szigorúbb feltételeket szabnak. A jelentett eredményekből robusztus statisztikai módszerekkel meghatározzák az átlagértéket (μ) és a jellemző szórást (σ), melyekből számolt z-érték [$Z = (x_i - \mu) / \sigma$] képezi az értékelés alapját az alábbi összefüggés alapján.

$$AZ^2 = \frac{1}{n} \sum z_i^2$$

Az 'A' kategóriába kerülnek azok a laborok, amelyek a mintában lévő szermaradékoknak közelítőleg $\geq 90\%$ -át helyesen azonosítják, és nem jeleznek olyan szermaradékot, ami nincs jelen a mintában (hibás pozitív detektálás). 'B' kategóriába kerülnek azok az elégtelen minősítésű laborok, melyek nem teljesítették az 'A' kategória feltételeit.

Az 'A' kategórián belül jó minősítést kapnak azok a laborok, melyek az AZ^2 száma ≤ 2 , megfelelőek azok melyek a $2 < AZ^2 < 3$ tartományba esnek, és nem megfelelőek, ha az AZ^2 érték ≥ 3 .

Jól látható, hogy az $Z \leq 1$ eredményeket jutalmazták, mivel a Z^2 csökken, míg a $Z > 1$ eredményeket már büntetik. Például, ha az egyik szermaradék meghatározási eredménye alapján a számított z érték 1.5 (normál gyakorlat szerint jó eredmény), addig a PT (proficiency test) tesztekben számított AZ^2 érték 2.25 és az eredmény csak „megfelelő”. Figyelembe véve, hogy egy-egy tesztminta vizsgálatban esetenként több, mint 160 laboratórium vesz részt, a magyar laboratóriumok **1. táblázatban** összesített eredménye kiválóan minősíthető.

A résztvevő európai laboratóriumok és a magyar növényvédőszer-maradék analitikai laboratóriumok teljesítményét a **6-13. ábrák** szemléltetik. Az ábrákon jól látható, hogy az A-kategóriás laborok teljesítménye is tág határok között változik. A magyar növényvédőszer-maradék analitikai laboratóriumok folyamatosan a legjobbak között vannak, és több alkalommal a legjobb eredményt érték el, megelőzve a sokkal jobban felszerelt „nagynevű” laboratóriumokat.

A körvizsgálatok során több labor is éveken keresztül egyenletesen kiemelkedően teljesített a különböző

kategóriákban. Ezért egy korán elhunyt kiváló svéd analitikus emlékére megalapították az Arne Anderson díjat, amelynek az a célja, hogy megjutalmazza és kiemelve a névtelenségből ezeket a hatósági laboratóriumokat. Az elbírálásnál kategóriánként az utolsó három év eredményeit veszik figyelembe. A az Arne Anderson díjat először 2013-ban osztották ki négy témakörben, ezek közül gabona kategóriában a BAZ-megyei laboratóriumunk legjobb teljesítményével nyert (**13. ábra**). A velencei Növényvédőszer-analitikai Laboratórium 185 résztvevő laboratórium között az első helyen végzett.

6. Jelen és jövő

A laboratóriumok munkatársai között nagyon jó a személyes kapcsolat, esetenként barátságok alakultak ki. A kollégák örömmel vettek részt a közös célok együttes megvalósításában. A laborok fokozatos megszűntetése nem befolyásolta a volt munkatársak kapcsolatát, akik közül közel hatvanan örömmel vettek részt a két munkatársuk nyugdíjazása alkalmából Fácánkerten rendezett kitűnő hangulatú találkozón (**14. ábra**). Ezen dr. Nagy Bálint, dr. Hargitai Ferenc és dr. Eke István, a Növényvédelmi Főosztály volt vezetői is részt vettek.

Az 1970-es évek elején kialakított 20 laboratóriumból többszöri átszervezés után csak 4 maradt, ösz-

1. táblázat: Az elmúlt évek AZ^2 PT eredményei¹
Table 1: PT AZ^2 results of recent years¹

	BAZ	Csongrád	Fejér	Somogy	Szolnok
2006	0.7	0.4	0.4	0.70	0.4
2007	*	1.0	0.4, 0.3, 0.8	0.50	0.5
2008	0.4	0.5	0.4, 0.4, 0.5, 1.2	0.40	0.3
2009	0.4	0.8	0.6, 0.7, 1.0	0.80	1.7
2010	0.6	1.1	0.39, 1.5, 1.6	0.28	1.4
2011	0.5	1.2, 2.0	0.1, 0.72, 0.8	0.52	0.6, 1.0
2012	2.0, 0.1	1.1, 1.37, 1.2	0.2, 0.2	**	0.2, 0.4
2013	0.2, 0.1	0.7, 0.7, 0.7	0.2, 0.7, 0.1		0.2-0.5
2014	0.4, 0.4, 0.78	0.79, 0.80, 1.5	0.3, 1.06, 1.0		0.3, 1.02, 1.0
2015	0.2, 0.39, 0.4	0.19, 0.5, 0.7	0.1, 0.12, 0.2		0.24, 0.3, 0.3, 1.7

¹:Az összeállítás nem teljes. / The list is not complete.

* Hibás standardbemérés miatt az eredmény nem volt értékelhető / Result could not be evaluated because of an erroneous weigh-in.

** A laboratórium működése megszűnt / Laboratory ceased to operate

szesen 37 fős létszámmal, amiből 20 fő egyetemi végzettségű. A laboratóriumok 2011 óta a Nemzeti Élelmiszerláncbiztonsági Hivatal (NÉBIH) szervezeti egységeként folytatják munkájukat, és a tevékenységi körük jelentősen bővült a növényvédőszer-maradékok vizsgálatával az állati eredetű élelmiszerekben, takarmányokban, borban és a környezetvédelmi vizsgálatok keretében a méhtetekben. A laboratóriumok számának csökkentését részben szakmai szempontok is indokolták. A jelenlegi nagyteljesítményű, speciális szakmai ismereteket igénylő műszereket 4-5 fős laboratóriumokban kihasználni nem lehet. A magas beszerzési és üzemeltetési költségek csak optimális kihasználtság mellett térülnek meg. Az élelmiszerbiztonsági, környezetvédelmi célkitűzések megvalósulásának ellenőrzésére és a szükséges növényvédelmi technológiafejlesztő vizsgálatok elvégzésére a jelenlegi laboratóriumi kapacitás szűkös, de elegendő (15. ábra). Annak további csökkentése azonban jelentősen kockáztatná az alapfeladatok ellátását, valamint az előbbi kormányzati célkitűzések megvalósulását.

A jelenlegi vizsgálati színvonal és teljesítmény fenntartását számos tényező negatívan befolyásolja.

A laboratóriumok munkájának koordinálását, egyéb feladatai mellett, egy személy végzi a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság munkatársaként.

A korábban jól bevált és nagyon eredményes laboratóriumok közötti együttműködés gyakorlatilag megszűnt, ami jelentős többletmunkát eredményez, ugyanis azonos feladatokat egy helyett minden laborban el kell végezni.

Az EU Átmeneti Támogatási Projekt keretből 2007-ban beszerzett műszerek élettartamuk vége felé járnak. Az alkatrészek beszerzése a gyártók megszű-

nése, a gyártmányprofil átvevő cégek üzletpolitikája miatt egyre nehezebb. A nemzetközi normák alapján egy gyártó 10 évig köteles például alkatrészt biztosítani. A jelenleg, a nagyon gondos kezelés és karbantartás eredményeként, a 9-17 éves még üzemképes műszerek bármikor javíthatatlanná válhatnak, ami lehetetlenné teszi a munkatervben szereplő vizsgálatok elvégzését. A 2013-14-ben üzembe állított 3 db LC-MS/MS készülék javítja a vizsgálati feltételeket, de biztosítani kellene a feltételeket a már biztonságosan nem szervizelhető műszerek folyamatos pótlására is.

Az EU Átmeneti Támogatási Projekt keretében, nemzetközi rangú szakértők bevonásával, 2008-2009-ben rendezett a szakterület minden ágát átfogó továbbképzés óta – ennek előadásait kétkötetes könyv formában is kiadták [23] – új ismereteket adó szakmai továbbképzésre nem került sor. A nagyteljesítményű műszerek optimális kihasználásához, a komplex vizsgálati módszerek (például a számos specifikus variánsban alkalmazandó QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe eljárás) előnyeinek megismerésére szükség lenne a legújabb tudományos ismeretek és metodikai tapasztalatok megismerésére és gyakorlati alkalmazására. Nagyon sajnálatos, hogy a NÉBIH vezetése nem élt azzal a rendkívüli lehetőséggel, hogy a 2015-ben rendezett nemzetközi továbbképzésen, Miskolcon előadást tartó két kiemelkedő nemzetközi szakteknitelyt (Michelangelo Anastassiades és Lutz Alder) felkérje a magyar vegyészek egy-egy napos továbbképzésére.

Ha a jelenlegi vizsgálati színvonalat és nemzetközi rangot fenn akarjuk tartani, a fenti problémák megoldására sürgős megoldásokat kell találni.

7. Köszönetnyilvánítás

Az anyag összeállításához adatokat szolgáltató munkatársak közreműködése, értékes javaslatai nélkülözhetetlenek voltak e közlemény elkészítéséhez.

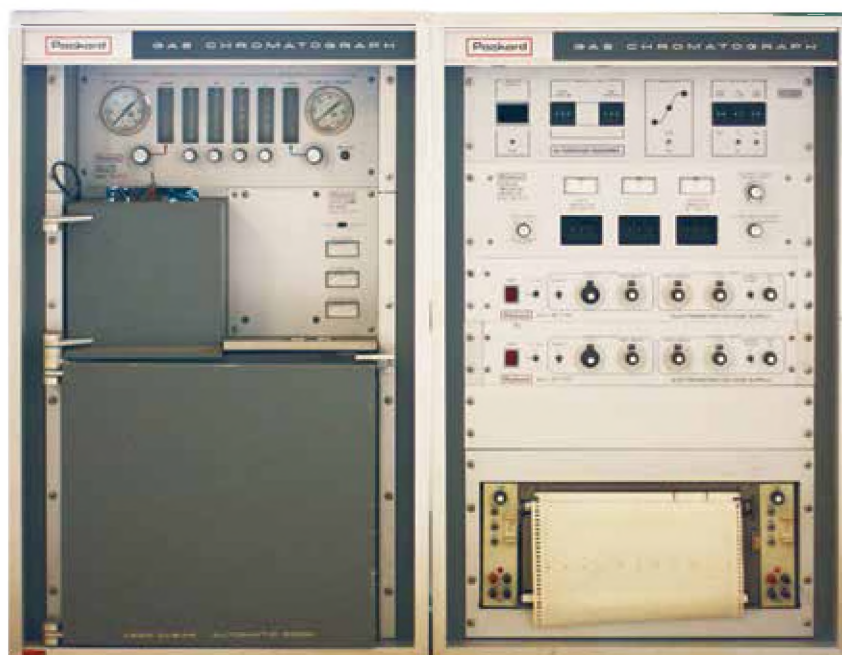


A kép illusztráció / Picture is for illustration only

A fotó a NÉBIH Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság múzeumában készült Velencén.
The picture was made at the Museum of Directorate of Plant Protection and Soil Conservation
(National Food Chain Safety Office) at Velence, Hungary

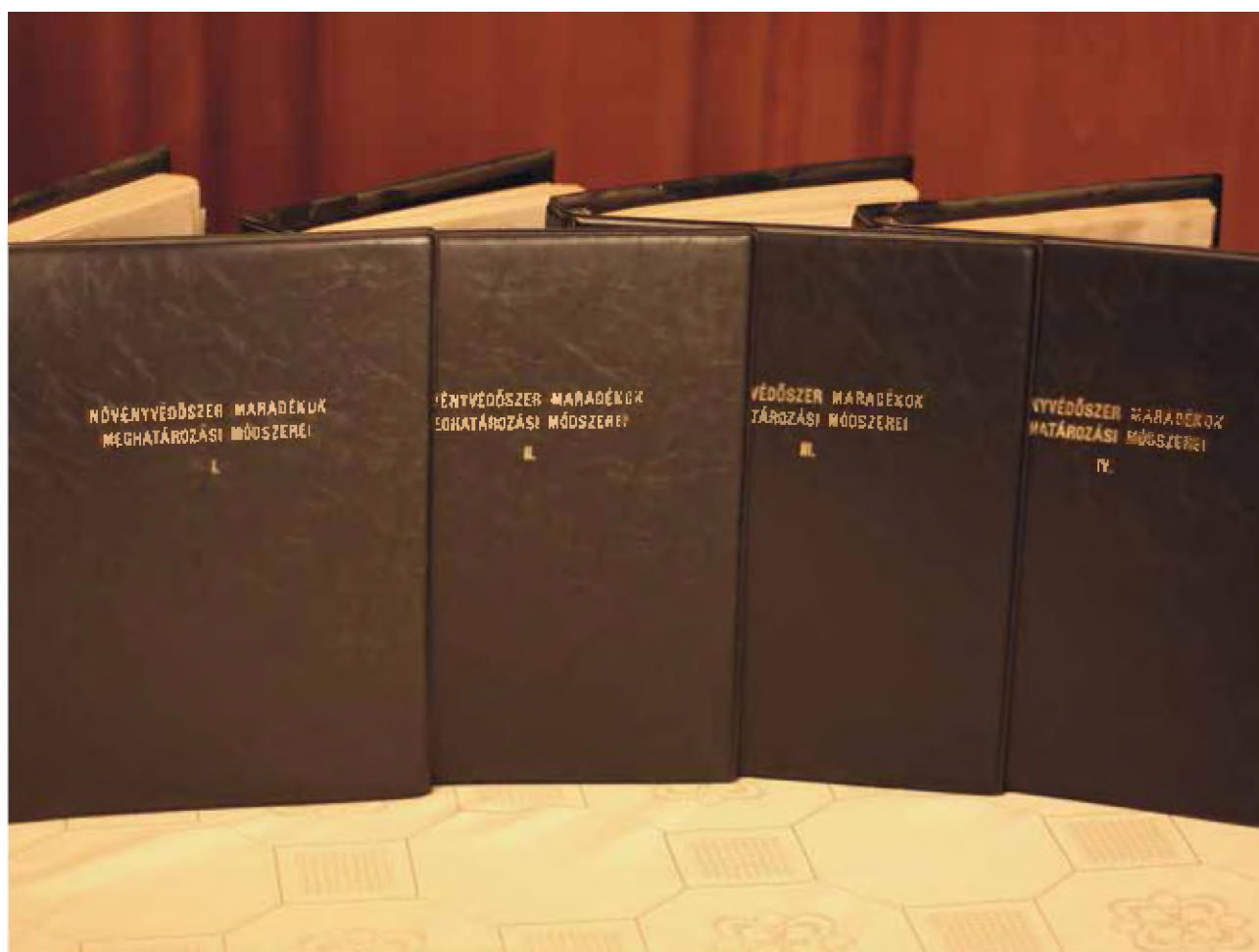
8. Irodalom

- [1] Eke I. (2015): A magyar növényvédelem aranykora. Magyar mezőgazdaság, 69. 46, p.20-22.
- [2] Cielezky, V. (1967): Peszticid-maradékok vizsgálati módszerei. (Jegyzet)
- [3] Ambrus Á., Árpád Z., Bálint Sz., Dudar E., Csatlós I., Fülöp A., Hargitai F-né, Lantos J., Pápa Á., Sárvári L., Szabó L. (1976): Növényvédőszer maradékok vizsgálati módszerei I-IV. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ
- [4] Ambrus Á. Lantos J., Visi E., Csatlós I. Sárvári L. (1981): General Method for the Determination of Pesticide Residues in Samples of Plant Origin, Soil and Water, I. Extraction and cleanup. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 64, p.733-742.
- [5] Ambrus Á., Hargitai É., Károly G., Fülöp A., Lantos J. (1981): General Method for the Determination of Pesticide Residues in Samples of Plant Origin, Soil and Water, II. Thin Layer Chromatographic Determination, J. Assoc. Off. Anal. Chem. 64, p.743-748.
- [6] Ambrus Á., Visi É., Zakar F., Hargitai É., Szabó L., Pápa Á. (1981): General Method for the Determination of Pesticide Residues in Samples of Plant Origin, Soil and Water, III. Gas Chromatographic Analysis and Confirmation J. Assoc. Off. Anal. Chem. 64, p.749-765.
- [7] Kadenczki L., Árpád Z., Gardi I., Ambrus Á., Gyórfi L. (1992): Column Extraction of Residues of Several Pesticides from Fruit and Vegetable Samples - a Simple Multiresidue Analysis Method, J. Assoc. Off. Anal. Chem. 75. 1, p.53-61.
- [8] Ambrus Á. (1978): Karbamát alapú növényvédőszer maradékok meghatározása ismeretlen eredetű mintákban egyéb típusú hatóanyag maradékok mellett. Kandidátusi Értekezés. Magyar Tudományos Akadémia.
- [9] Ferenczi M-né. (1999): Növényvédőszer hatóanyagok környezetvédelmi vizsgálata a Balaton vízgyűjtőjén lévő szántóföldi modellterületen. Doktori értekezés. Agrártudományi Egyetem, Keszthely.
- [10] Füzesi I. (1975): Diquat maradvány hatásának vizsgálata szarvasmarhákban. Doktori értekezés. Agrártudományi Egyetem, Keszthely.
- [11] Kadenczki L. (1978): Karbofurán, dioxakarb és karbaril inszekticid karbamátok gázkromatográfiás meghatározása foszforilezés után. Doktori értekezés. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen.
- [12] Károly G. (1985): Gyomirtószer és a talaj kapcsolatának vizsgálata. Doktori értekezés. Veszprémi Egyetem.
- [13] Korsós I-né (1983): Növényvédő szerek hatóanyagainak szűrővizsgálatára és azonosítására alkalmas vékonyréteg kromatográfiás elválasztási rendszer kifejlesztése. Doktori értekezés. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen.
- [14] Pápa Á. (1986): Növényvédőszer-maradékok vizsgálata komlóban és sörben. Budapesti Műszaki Egyetem.
- [15] Solymosné Majzik E. (2006): Növényvédő szer hatóanyagok koncentrációjának meghatározása különböző SPE módszerek alkalmazásával felszín alatti és felszíni vízmintákból. Doktori értekezés Pannon Egyetem, Veszprém.
- [16] Susán M. (1980): A peszticid szint alakulása balatoni halakban. Doktori értekezés. Agrártudományi Egyetem, Keszthely.
- [17] Visi Gy-né (1985): Növényvédő szerek vízben való koncentráció csökkenésének vizsgálata akvárium modell rendszerekben, Doktori értekezés, Veszprémi Egyetem.
- [18] Codex Secretariat. Recommended method of sampling for the determination of pesticide residues for compliance with MRLs, 2002. www.codexalimentarius.org/input/download/standards/361/CXG_033e.pdf (accessed January 6, 2016).
- [19] Ambrus Á. (1979): The Influence of Sampling Methods and other Field Techniques on the Results of Residue Analysis, in Frehse H., Geissbühler H.,(eds) Pesticide Residues. Pergamon Press, p. 6 -18.
- [20] Ambrus Á. Lantos J. (2002): Evaluation of the Studies on Decline of Pesticide Residues, J. Agric Food. Chem. 50. p. 4846-4851.
- [21] WHO. (1997): Guidelines for predicting dietary intake of pesticide residues, 2nd revised edition Unpublished document (WHO/FSF/FOS/97.7). <http://www.who.int/foodsafety/publications/pesticides/en/> (accessed 9. January 2016.)
- [22] Ambrus Á. (1984): Greenhalgh R. Pesticide Residue Analysis, WHO European Regional Office, Copenhagen
- [23] Ambrus Á., szerk. (2010): Methods for Safety Assessment of Food - Élelmiszerbiztonság Megítélési Módszerei. Proceedings of Training Workshops Vol.I ,II Edison House Holding Zrt, Budapest, ISBN 978-963-88947-0-0,



1. ábra A Packard 7400-as típusú gázkromatográf
Figure 1 The Packard 7400 gas chromatograph

A fotó a NÉBIH Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság múzeumában készült Velencén.
The picture was made at the Museum of Directorate of Plant Protection and Soil Conservation
(National Food Chain Safety Office) at Velence, Hungary



2. ábra. Az egységes növényvédőszer-maradék analitikai vizsgálati módszereket tartalmazó 4 kötetes módszerkönyv
Figure 2 The four-volume method book containing coherent pesticide residue analytical methods



3. ábra. A 10. Nemzetközi IUPAC Növényvédőszer kémiai kongresszuson első díjjal értékelt poszter a szerzőkkel. XXX
Figure 3 The first place poster at the 10th IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry with the authors

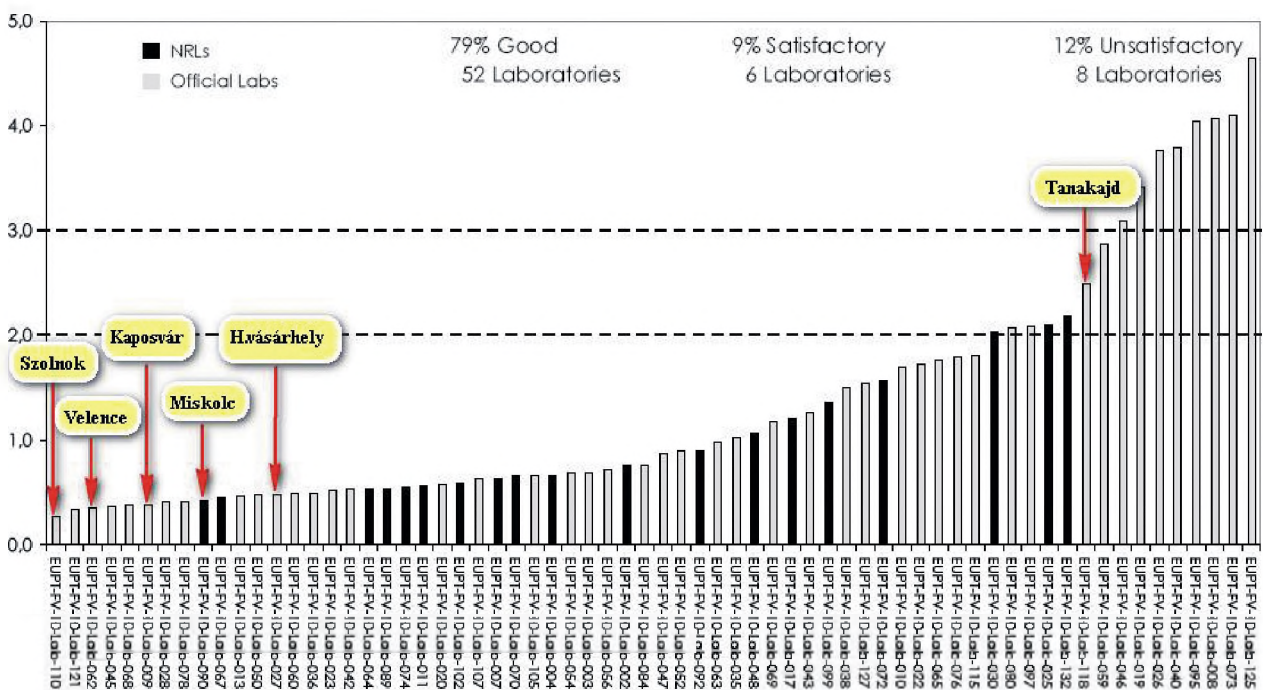


4. ábra. A 13. Nemzetközi IUPAC Növényvédőszer kémiai kongresszuson első díjjal értékelt poszter a szerzőkkel. XXX
Figure 4 The first place poster at the 13th IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry with the author

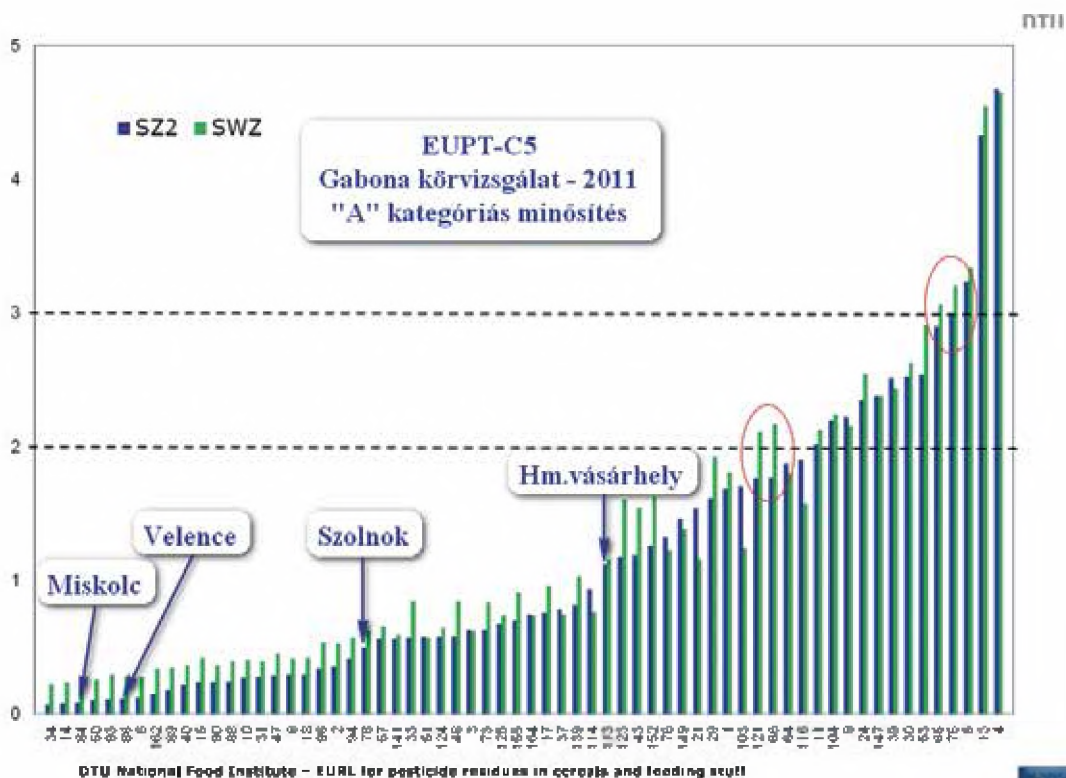


5. ábra. Elemi minták vétele a véletlen mintavétel eljárással kiválasztott helyekről
 Figure 5 Taking incremental samples from randomly selected locations

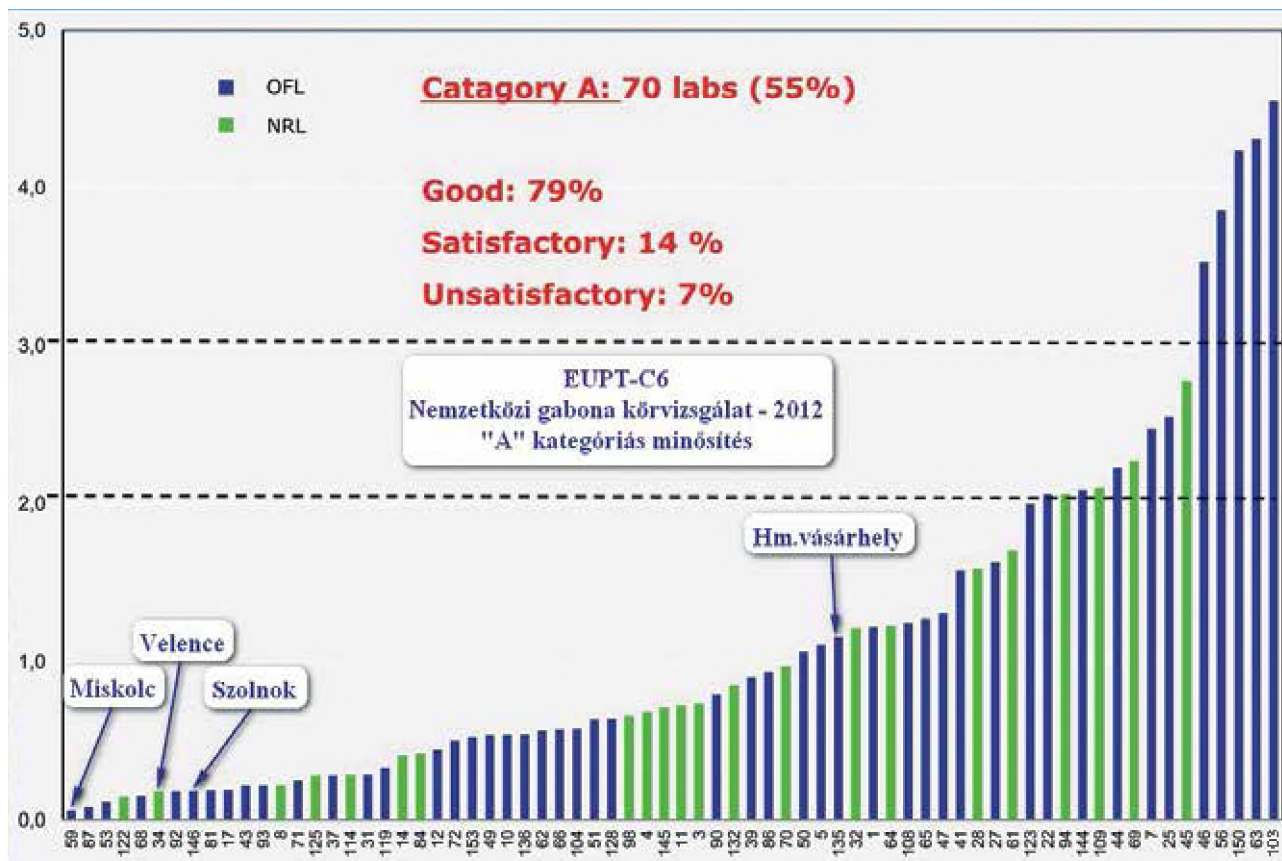
EUPT-FV-10 - Graphical Representation for Laboratories in Category A



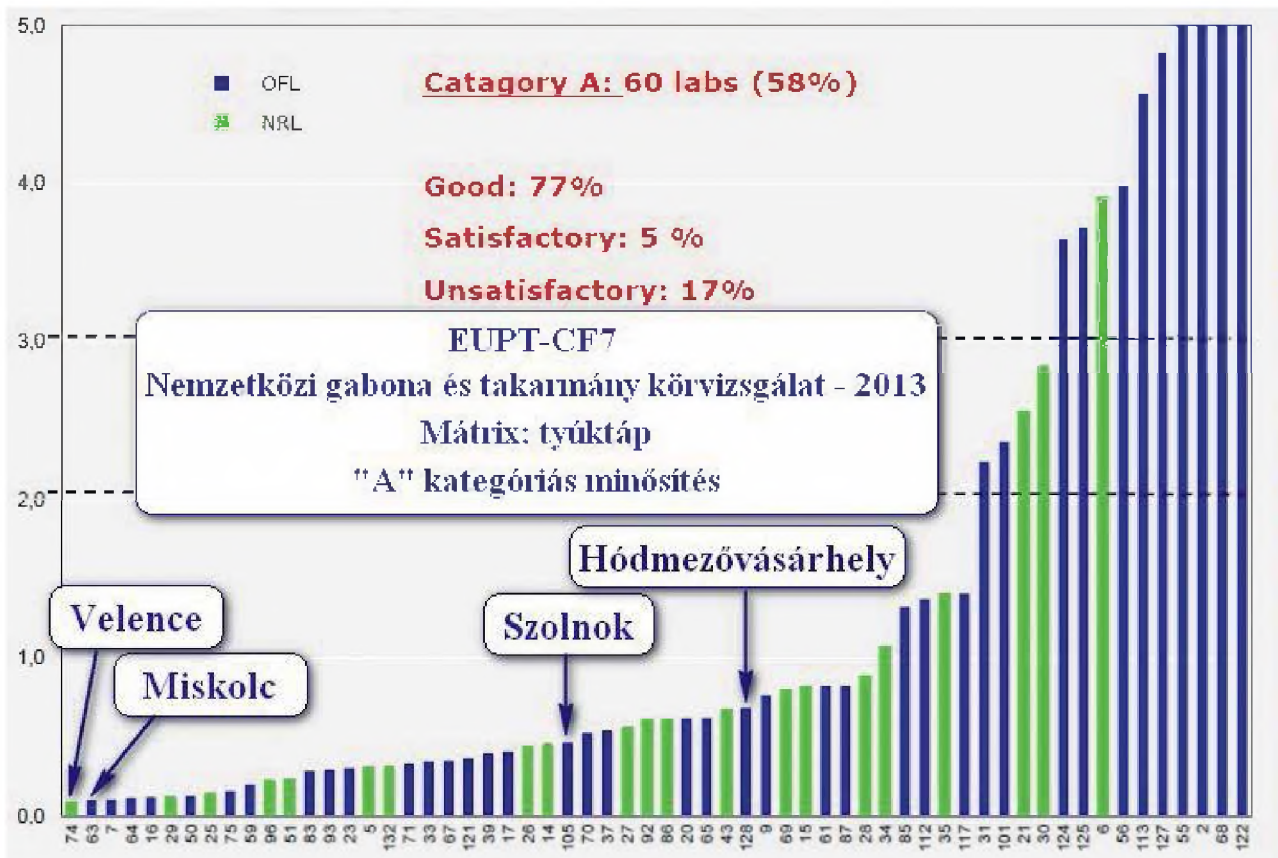
6. Korábbi évek egyik eredménye zöldség-gyümölcs multi módszerben, szintén A kategóriában, 2008-ban.
 Figure 6 One of the results from an earlier year for the fruit and vegetable multi method, also in category A, in 2008.



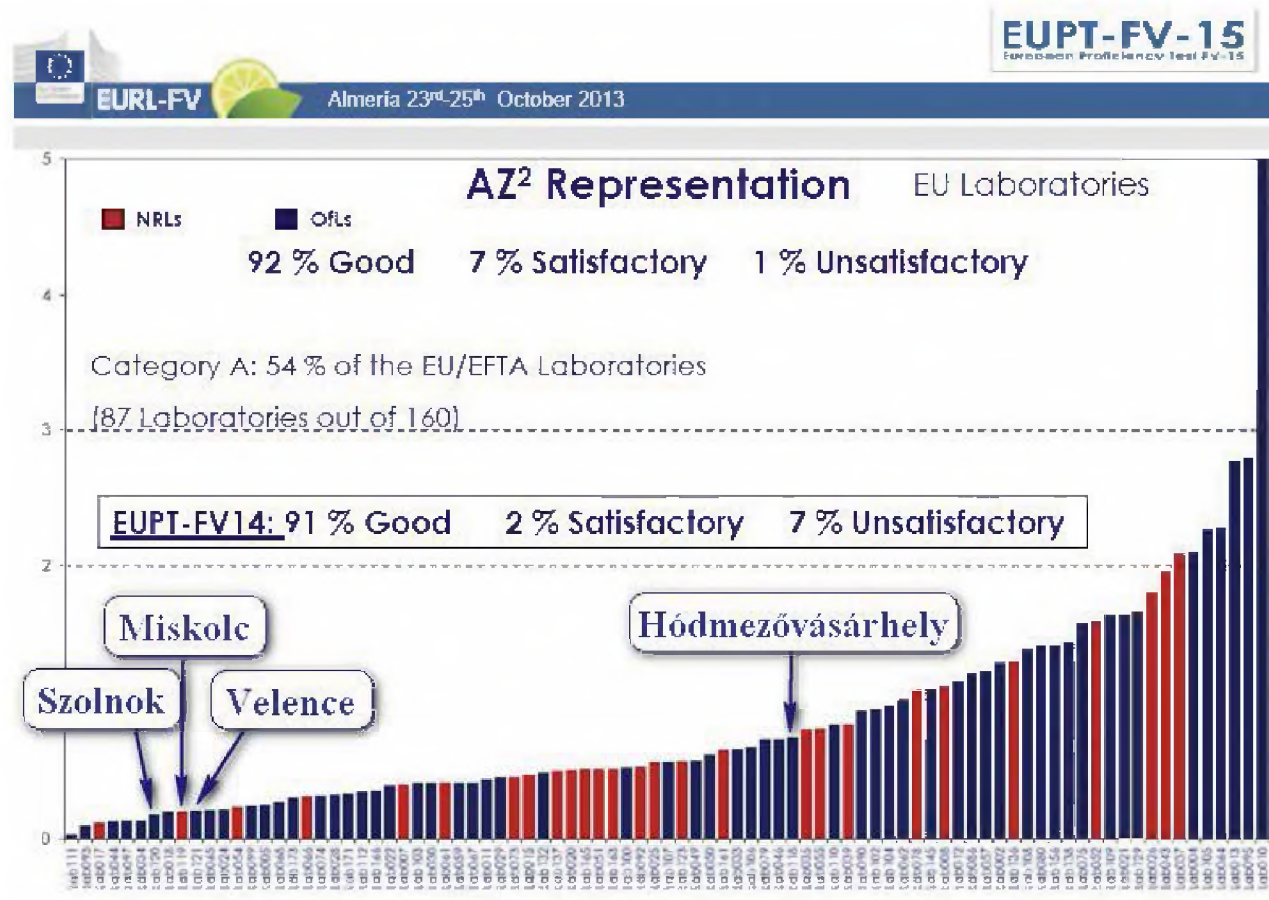
7. ábra. EU-PT-C5 Az A kategóriás laborok teljesítménye. A kékkel jelzett értékek az AZ² értékek. A zölddel jelzettek a korábban alkalmazott súlyozott átlagos módszerrel számított eredmény.
Figure 7 EU-PT-C5 Performance of category A laboratories. AZ2 values are indicated by blue color. Green color indicates results calculated using the earlier weighted average method.



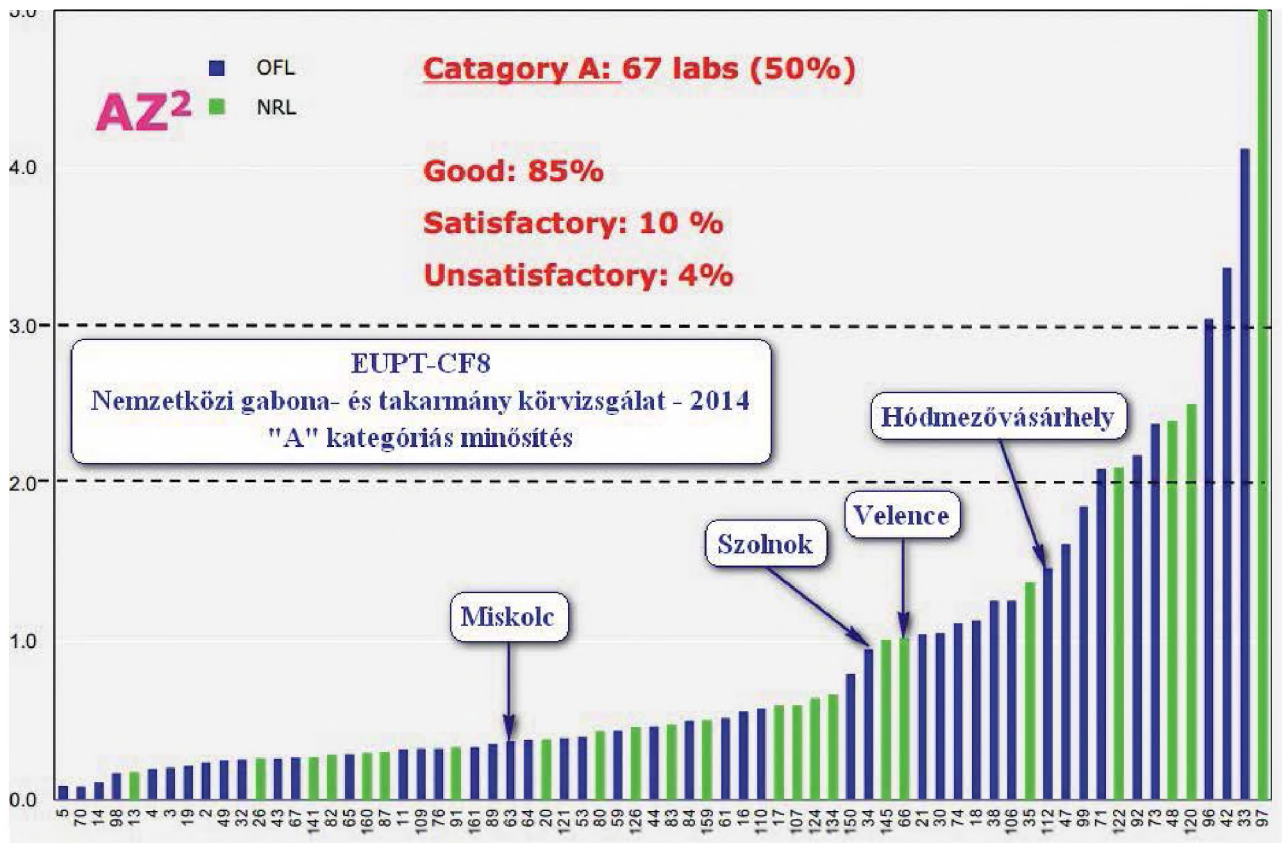
8. ábra. EU-PT-C6 Nemzetközi gabona körvizsgálat 2012.
Figure 8 EU-PT-C6 International grain proficiency program 2012.



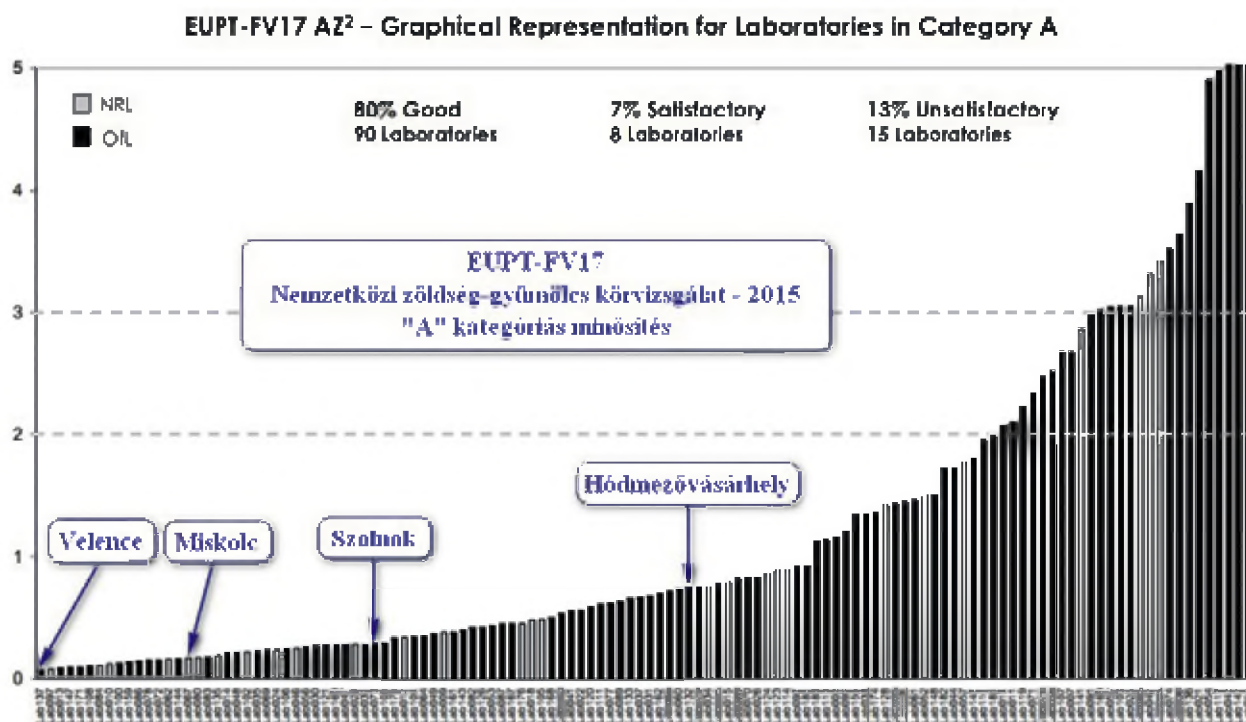
9. ábra EuPT-CF7 2013. Gabona és takarmány (tyúktáp) 120 résztvevő
 Figure 9 EuPT-CF7 2013. Grain and feedstock (chicken feed), 120 participants



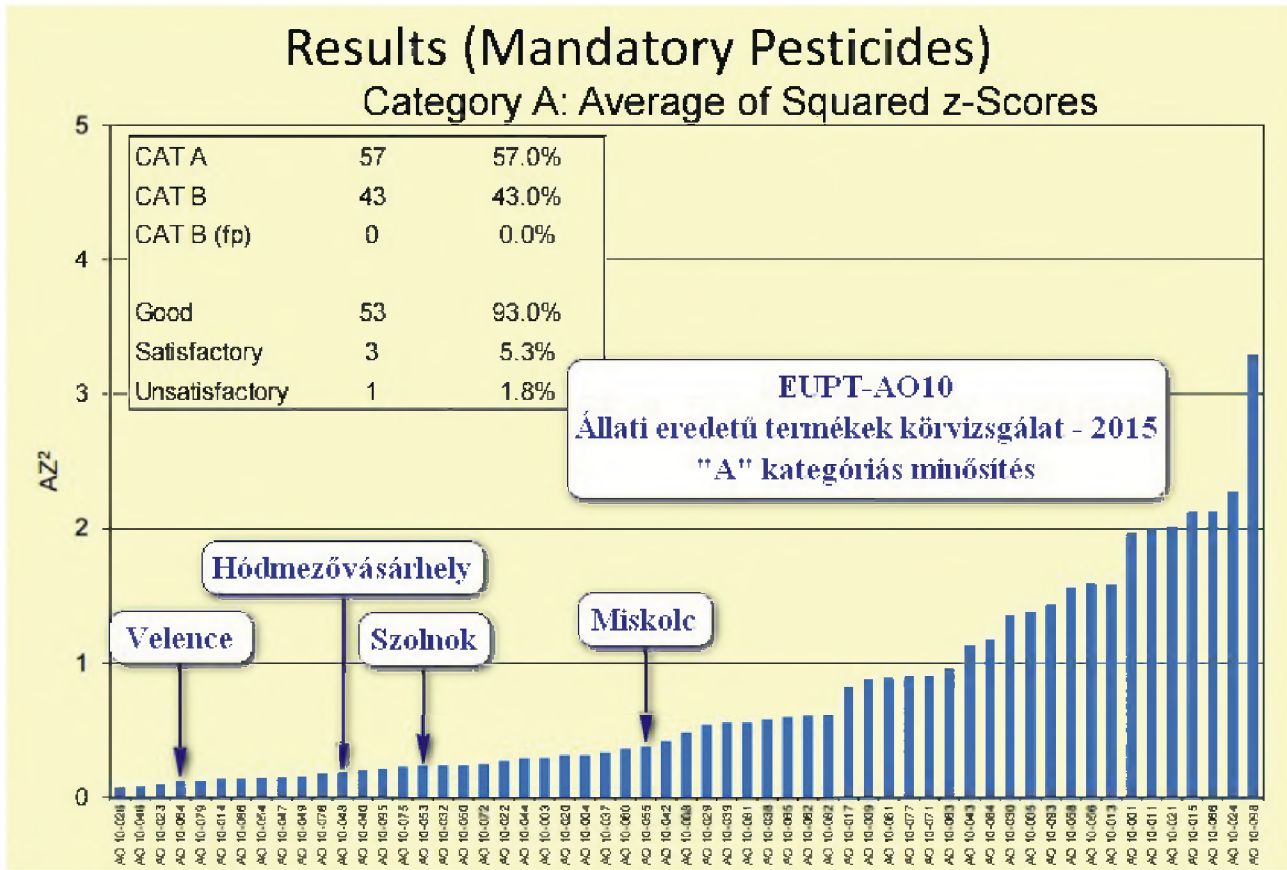
10. ábra Zöldség gyümölcs multi módszer 160 résztvevőből 54% az A kategóriás 2013-ban
 Figure 10 Fruit and vegetable multi method, 54% of 160 participants in category A in 2013



11. ábra Gabona takarmány körvizsgálat 2014
Figure 11 Grain feedstock proficiency program 2014



12. Zöldség gyümölcs multi módszer A kategóriája 2015-ben
Figure 12 Category A of the fruit and vegetable multi method in 2015



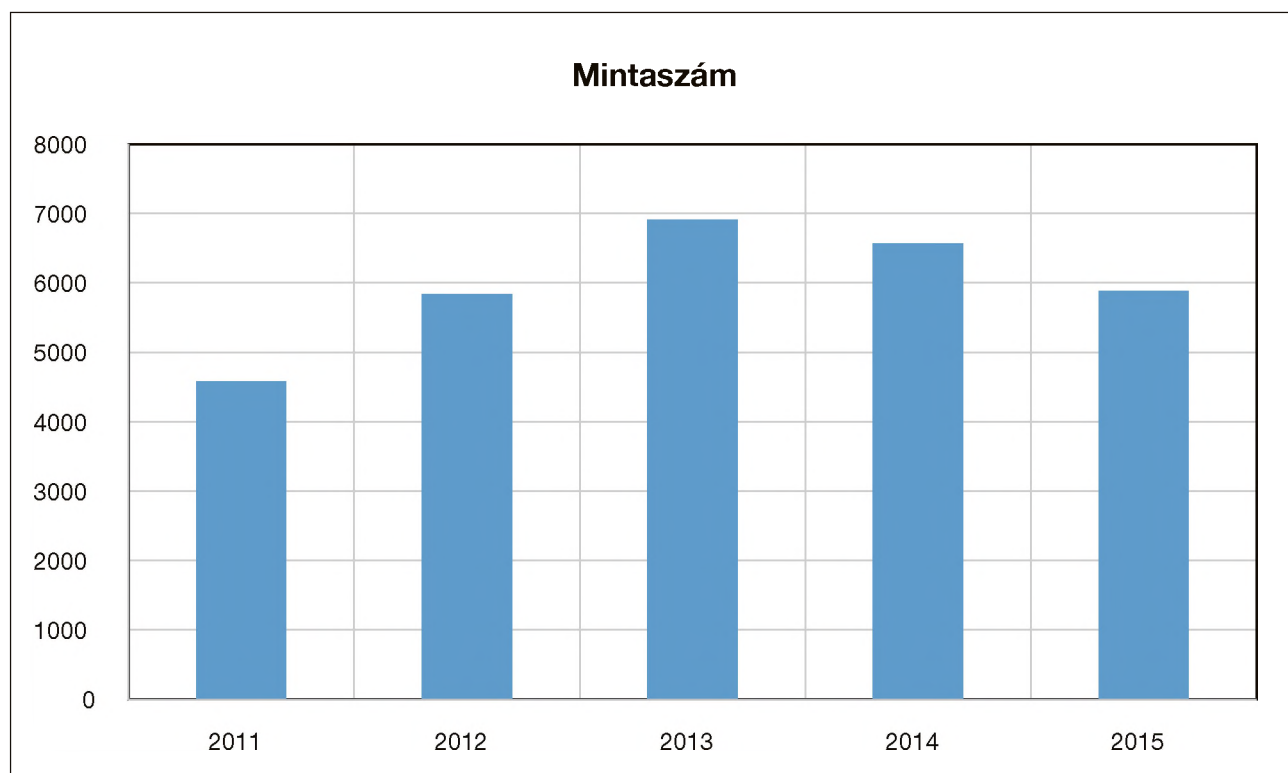
13. Állati eredetű termékek körvizsgálata 2015-ben
Figure 13 Proficiency program for products of animal origin invizsgálata 2015



14. ábra A BAZ-megyei laboratórium Arne Anderson díja.
Figure 14 Arne Anderson prize of the BAZ county laboratory.



15. ábra Vegyésztalálkozó Fácánkert 2006.05.20.
Figure 15 Chemists' meeting in Fácánkert, May 20, 2006



16. A vizsgált minták számának éves alakulása
Figure 16 Annual numbers of samples analyzed