

## Gyakorlati és etikai jellegű gondolatok az élelmiszerbiztonsági mérésekkel kapcsolatban a WESSLING Hungary Kft.-nél

Szigeti Tamás János

WESSLING Hungary Kft., Budapest  
sziget.tamas@wessling.hu

### BEVEZETÉS

Évek óta gondolkodom azon az egyszerűnek látszó kérdésen, hogy mi a „sok” és mi a „kevés”, mit értsünk „kicsi” és mit gondoljunk a „nagy” kifejezések alatt?

Az első ilyen jellegű gondolati dilemma mintegy húsz esztendővel ezelőtt merült fel, amikor Magyarországon is felismertük, hogy a genetikailag módosított szervezetekből (GMO-kból) előállított élelmiszerek és takarmányok hazánk piacain is megjelenhetnek. A hatósági élelmiszer-ellenőrzés akkoriban nem volt felkészülve az ilyen jellegű élelmiszer-összetevők kimutatására, mennyiségi mérésére, így kerültem bele abba a csoportba, amelynek feladata a GMO-k hazai ellenőrzésének kidolgozása volt.

A biotechnológia e kimagaslóan szellemes vívmánya nagy viharokat keltett szerte a világban. Először az Amerikai Egyesült Államokban szakadt ketté az élelmiszer-biztonságban érdekelt szakemberek tábora. Nagyobb részüket üdvözölte, a kisebbség bírálta az új technológia ellenőrzetlen bevezetését az ételmi láncba. 1999-ben az Egyesült Királyságban élő Pusztai Árpád professzor híressé vált televíziós nyilatkozata az európai kedélyeket is felborzolta. Az angol tévécsatornának egyikének adott nyilatkozatában úgy fogalmazott, hogy nem tartja szerencsésnek az élelmiszerek fogyasztóit mint tengeri malacokat használni a GMO összetevőket tartalmazó élelmiszerek szabad forgalmazásával.

Az ellenző tudós-táradalom és a lakosság megnyugtatása végett született Európai Unióban elterjedt „lényegi azonosság” kifejezés, amely arra utal, hogy a természetes és genetikailag módosított élelmiszer-alapanyagok főbb összetevőiket tekintve lényegileg azonosak, azok között csak a genetikai állományban létrehozott elhanyagolható különbség van, amely az élelmiszereket elfogyasztó ember egészségére, életminőségére gyakorlatilag semmilyen hatással nincsen.

A napokban fejeztem be Rudolf Steiner egy, magyarra fordított könyvének (Steiner, 2012) olvasását, amelyben arról is ír, hogy a kozmikus rendszerek között kiszámított fizikai törvényszerűségek legfontosabb állandói „inkonzumerábilis”, lényegében irracionális számok (maga az inkonzumerábilis szó össze-nem mérhetőséget jelent). Állítása szerint a Kozmosz fennmaradásának titka eme irracionálisban keresendő. Sejtése szerint, ha a természeti állandók racionális számok lennének, akkor a Kozmosz a kialakulását követően „hamarosan” összeomlott volna. Ez azt jelenti, hogy az égitestek mozgásait leíró egyenletek segítségével csak közelítőleg lehet meghatározni az égi objektumok közötti számszerű összefüggéseket, a legfinomabb „mennyiségi” jellemzők örökre rejtve maradnak a jelenlegi matematikai apparátust használó emberiség előtt. A matematikában az irracionális szám és az azzal sok számjegyig azonos kerekített szám értéke kö-

zött igen kicsiny lehet a különbség. A fizikai számításoknál ezeket bátran elhanyagoljuk, pedig lehet, hogy vannak olyan esetek, amikor ez a végtelen kicsiny különbség elképzelhetetlenül komoly következményekkel járhat!

A fentebb vázolt probléma akadémikus ismeretelméleti problémának látszik, és nem csodálkozom, ha az olvasó nem érti, mi köze Rudolf Steinernek a GMO-khoz és az élelmiszer-biztonsághoz? Az alábbiakban megkísérlem vázolni, hogy véleményem szerint hol van az összefüggés.

### KÖRNYEZETSZENNYEZÉS, MARADÉKANYAGOK JELENLÉTE, A MIKRORIZIKÓ FOGALMA

A XX. és XXI. század határán a fejlett országok technológiái a csökkenő termőterületek, az emberiség lélekszámának drámai növekedése, az egyre falánkabb gazdasági szereplők profit-éhsége miatt az extenzív gazdálkodásról az intenzív mezőgazdasági kultúrák termesztése irányába mozdultak el. A feldolgozó ipar ugyancsak az intenzív termelés, nagyobb gyártási tételek irányába mozdult el. Az új technológiák a környezetet fokozott igénybevétele mellett különböző típusú nem-kívánatos molekulák jutnak a szabadba, kerülnek az élelmiszerekbe, amelyeknek esetenként „kis” mennyiségű maradékanyaga, bomlásterméke is élelmiszerbiztonsági veszélyt okozhat, legalábbis aggályossá teheti a szennyezett élelmiszert.

Itt merül fel a kérdés, hogy egy adott vegyületből vajon mekkora lehet az a legkisebb mennyiség, amely még eltűrhető a közfogyasztásra szánt élelmiszerekben?

Közismert, hogy a technikailag fejlett országokban, az EU-ban külön állami apparátus dolgozik az élelmiszerekben kimutatható nem-kívánatos anyagok maradványai és bomlástermékei hatásának vizsgálatán. Ez a tevékenység-együttes a kockázatelemzés, kockázatértékelés, kockázat-kezelés és kockázat-kommunikáció. Az EU tagállamaiban az Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal, az EFSA feladata élelmiszerbiztonságot szolgáló tudományos eredmények összegzése és javaslatlétel különböző határértékek bevezetésére. Ehhez a munkához az EU számos tudományos kutató intézetének, laboratóriumának vizsgálati eredményeit használják fel. A folyamat részletezése nélkül beszélhetünk még megengedhető, legmagasabb határértékekről, MRL-értékekről (Maximum Residue Level), MRPL-értékekről (Maximum Residue Performance Level) stb. E határértékeket az Unió rendeletekben teszi közzé. Az itt említett néhány határérték magyarázatától a cikk terjedelmi korlátai miatt eltekintenek.

A különböző nem-kívánatos vegyületek még megengedhető szintjének megállapításához az úgynevezett

mikrorizikó szintet definiálják. Ez a fogalom a tudomány mindenkori állása és társadalmi-politikai megegyezés alapján a nem-kívánt anyag, olyan koncentrációja, amelynek egy életen át történő folyamatos felvétele (expozíciója) hatására egy millió lakosból egy többlethalálózást okoz.

Az EU-ban sajnos számos vegyületre nem határoztak meg semmilyen határértéket, így az ilyen helyzetben levő vegyületek jelenléte – egyszerűen fogalmazva – tiltott az élelmiszerekben. Nos, itt csatlakozhatunk ismét a bevezetőben felvetett problémához, a „kicsi” és a „nagy”, a „sok” és „kevés” fogalmához.

### NULLA TOLERANCIA

Ha az utca emberét megkérdezzük, hogy mit gondol az élelmiszerekben tiltott vegyületekről, maradékokról, akkor ő általában azt válaszolja, hogy a szóban forgó anyag nem lehet benne a kérdéses termékekben...

A laikusok véleménye gyakran egybeesik az egyes szakterületeken működő politikusok véleményével is, akik a közérdek túlzott érvényesítése céljából, vagy jól megfontolt politikai szándékból, hajlanak arra, hogy a határértékkel nem rendelkező vegyületek mennyiségére a nulla értéket követeljék meg az élelmiszerekben. Ezt az értéket azonban meg is kellene „mérni”.

További kérdés, hogy a nagyon kis koncentrációjú anyagok jelenléte az élelmiszerekben, milyen hatással van az azokat elfogyasztó ember számára?

E talány feloldásához tekintsünk vissza mintegy 500 esztendőre, amikor a híres európai alkimista, Paracelsus működött, akit sokan a toxikológia megalapítójának is tekintenek! Paracelsus egyik leghíresebb alapgondolata a következőképpen hangzik: „*Minden dolog mérég, ha önmagában nem is az; csupán a mennyiség teszi, hogy egy anyag nem mérég.*”

Elméletének lényege tehát: a mennyiség teszi a mérget (latinul: sola dosis facit venenum).

Paracelsus úgy gondolta, hogy az anyag mennyisége legalább olyan fontos, mint annak kémiai természete. Minden, amit táplálékként magunkhoz veszünk, mérget tartalmaz, ami az elfogyasztóra veszélyes lehet. Ezek lebontását és kiválasztását a szervezetben munkálkodó belső alkimista végzi, amely valamennyi élőlényben tevékenykedik.

Úgy tűnik, Paracelsus sejtése, mintha a kései korok élelmiszerbiztonsági problémáinak zseniális előképe lenne! Jelenlegi tudásunk és kémiai analitikai technikáknak köszönhetően biztosra vehetjük, hogy bár-

mely élelmiszer elemzésénél számos olyan vegyületet tudunk kimutatni a termékben, amely az élelmiszert elfogyasztó ember egészségére nézvést káros lehet. Nem mindegy azonban, hogy milyen koncentrációban!

A toxikológiai gyakorlatban ismerünk egy fogalmat, egy anyag legnagyobb olyan dózisára a krónikus vagy szubkrónikus állatkísérlet során, amely semmilyen észlelhető károsító hatást nem fejt ki a kísérleti állat szervezetében. Ezt a mennyiséget hatástalan szintnek nevezzük. Az angol terminológiában: No Effect Level (NEL).

### NÉHÁNY KRITIKAI ÉSZREVÉTEL A NULLA TOLERANCIÁVAL KAPCSOLATBAN

Annak az igénynek a jogossága természetese nem vitatható, hogy az élelmiszerlánc csúcán álló ember igénye hétköznapi nyelven fogalmazva a „vegyszermentes” élelmiszer. Az előző fejezetben láttuk, hogy ennek lehetetlenségét már Paracelsus is világosan látta.

Van azonban még egy nehézség a nagyon kicsiny, a nullához közelálló mennyiségek analitikai meghatározásánál.

Az amerikai analitikus és toxikológiai szakértő, Jonathan DeVries (2006) egyik dolgozatában a nagyon kis koncentrációjú anyagok analitikai kérdéseinek elmélkedik. Rámutat, hogy korunk egyik nagy kihívása a környezetszennyezésből és a gyártási technológiákból származó élelmiszerszennyezők minél kisebb koncentrációban való kimutatása. A nullához közeli értékek kezelésénél azonban kellő alázatra int és a vizsgálatok során felmerülő – esetenként – túlzott költségekre is felhívja a figyelmet. Munkájában humorosan figyelmeztet arra, hogy vigyázzunk, a nulla olyan „mennyiség”, amely bármely vizsgálati mintából „kimutatható”.

A kicsiny mennyiségek szemléltetését DeVries nyomán az 1. táblázatban, a kimutatásukra fordítandó erőforrások gazdasági jellemzőit a 2. táblázatban mutatom be. A szerző nyomatékosan figyelmeztet arra, hogy az egyes élelmiszerek elemzésénél szigorúan el kell dönteni, hogy az egyes mérendő vegyületek esetében melyik az ésszerű alsó kimutatási és/vagy mérési határ (LOD és LOQ), amely a mérést elrendelő szervezet számára értékes adatokat jelent, amelyek alapján a biológiai veszélyek ismeretében megfelelő élelmiszerbiztonsági intézkedést lehet hozni. Az alsó kimutatási határ és mérési határ indokolatlan csökkentése felesleges veszteségeket okoz a mérést elrendelő szervezet számára.

1. táblázat

Kicsiny mennyiségek összehasonlító adatai DeVries nyomán

Egység(1)	1 ppm (1:10 <sup>6</sup> )	1 ppb (1:10 <sup>9</sup> )	1 ppt (1:10 <sup>12</sup> )
Hosszúság(2)	1 cm/10 km	1 cm/10 000 km	1 cm/100 000 000 km
Idő(3)	1 perc/2 év	1 másodperc/632 év	1 másodperc/320 évszázad
Pénz(4)	1 fillér/10 000 Ft	1 fillér/10 000 000 Ft	1 fillér/10 000 000 000 Ft
Terület(5)	1 mm <sup>2</sup> /1 m <sup>2</sup>	1 mm <sup>2</sup> /1 000 m <sup>2</sup> (0,1 Ha)	1 mm <sup>2</sup> /1 000 000 m <sup>2</sup> (100 Ha)
Térfogat(6)	1 csepp Vermut 80 l Gin-ben	1 csepp Vermut 80000 l Gin-ben	1 csepp Vermut 80 m <sup>3</sup> Gin-ben

Table 1: Comparative data of small amounts based on DeVries Unit(1), Length(2), Time(3), Money(4), Area(5), Volume(6)

Kicsiny kémiai mennyiségek vizsgálatához szükséges erőforrások összehasonlítása DeVries nyomán

Koncentráció(1)	Vizsgálati módszer/eszköz(2)	Költség és szakmai tudás(3)
1–100%	Tírimetria, gravimetria, normál HPLC, spektrofotometria, láng-fotometria, AAS	Alacsony(4)
0,01–1%	GC, HPLC, AAS, ICP	Közepes(5)
1 ppb–1 ppm	GC, HPLC, AAS, ICP	Közepesen magas(6)
1 ppb–1 ppm	GC/MS, HPLC/MS/MS, ICP/MS	Magas(7)
<1 ppb	GC/TOFMS, HPLC/MS/MS, ICP/MS	Igen magas(8)

Table 2: Comparative data of small amounts based on DeVries  
Concentration(1), Examination method/tool(2) Cost and professional knowledge(3), Low(4), Medium(5), Moderately high(6), High(7), Very high(8)

A DeVries által tárgyaltakon kívül van még egy, a mérést végző rendszertől függetlenül létező probléma, amely a legkiválóbb analitikai eszközökkel felszerelt laboratórium számára is határokat szab. Ennek a korlátnak a megfogalmazása William Horwitz amerikai analitikus nevéhez fűződik. Horwitz sejtése szerint egyazon homogén mintából dolgozva, bármilyen, két analitikai rendszer (pl. két laboratórium), által végzett mérési eredmények közötti különbség szórása nem lehet kisebb, egy az általa felírt egyenletből következő értékénél. A Horwitz felfedezéséről szóló szakmai anyag szerencsére magyar nyelven is megjelent (Élelmiszer-vizsgáló Közlemények, 2008). A Horwitz által felfedezett/leírt függvény (egyenlet és arány) az analitikai vizsgálati eredmények megbízhatóságának, a mérési bizonytalanságok objektív összefüggéseit írja le. Az 1. ábrán látható Horwitz „trombita” az analitikai mérések szórásának alakulását mutatja be az analit koncentrációjának függvényében. Az ábra csak a pozitív irányú eltéréseket mutatja be, de természetesen, a görbét az x-tengelyre tükrözve a negatív irányú bizonytalanságokat szintén megadja. Számunkra azonban bőségesen elegendő a pozitív oldal rövid áttekintése is.

1. ábra: A Horwitz „trombita” pozitív oldala

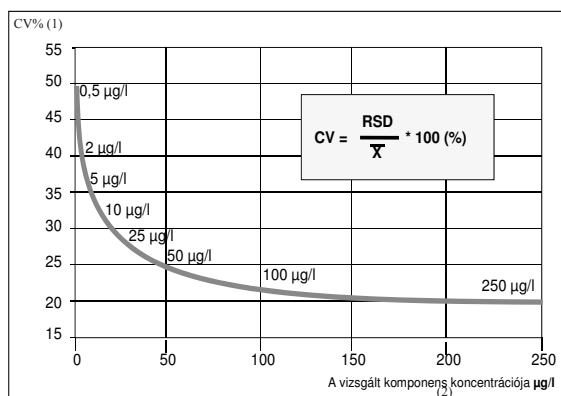


Figure 1: The positive side of the Horwitz „trumpet”  
CV%(1), Concentration of the examined component ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )(2)

Maga a Horwitz egyenlet a következő formulával írható le:

$$\text{RSD}_R = 2^{(1 - 0,5 \log C)} (\%)$$

Az egyenletben C a vizsgálandó analit koncentrációja decimális mértékegységben kifejezve,  $\text{RSD}_R$  pedig

az ugyanazt a mintát vizsgáló laboratóriumok közötti ismételtetőséget (Reproducibility) kifejező relatív szórás (Relative Standard Deviation).

Minden matematikai eszmefuttatást mellőzve, az egyenletből számított relatív szórás értékek diagramja azt mutatja, hogy a nullához „közel” álló analit koncentrációk mérésénél a legkörültekintőbb eljárásokat alkalmazva is – köznyelven fogalmazva – óriási relatív szórásokat kapunk.

Más szóval kifejezve, ha a vizsgált anyag koncentrációjának valódi értéke csakugyan zérus, a közelében végzett mérések eredménye laboratóriumonként tekintélyesen eltérhet a nullától. Ebből az is következik, hogy a határértékkel nem rendelkező nem-kívánatos vegyületek valós mérési eredményeinek értékét elméletileg sem adhatjuk meg nullának.

Felmerül a kérdés, hogy a fentieket milyen okoknál fogva tárgyaltam ilyen hosszadalmasan? Nos, az ok az, hogy napi szakmai gyakorlatunk során nem ritkán találkozunk olyan, az ügyfeleinktől származó kéréssel, hogy valamely élelmiszer-, vagy takarmány-készítményben igazoljuk, hogy egy nem-kívánatos vegyület, toxikus fém koncentrációja zérus. Sajnálatos módon ilyen jellegű szemlélettel hatósági eljárásokkal kapcsolatos ügyek intézésénél is találkozunk. Itt szeretnék emlékeztetni arra, hogy a mézek tiltott állatgyógyszer-maradék tartalmának szintjei – például szulfonamidok esetében – általában az egyéb állati termékekben megengedett koncentrációk tized, század része. Felmerül a kérdés, hogy e maradékanyagok szintjei egyáltalán eléri-e az előzőekben említett mikrorizikó koncentrációit?

### MÉZEK ÁLLATGYÓGYSZER-MARADÉK TARTALMÁNAK PROBLÉMÁJA

Az EU Bizottsága 37/2010 rendelete (2009) különböző állatgyógyászati szerek maradékainak megengedhető legmagasabb szintjét szabályozza az egyes állati eredetű élelmiszer csoportokban. A rendelet azonban számos állatgyógyászati szer maradékára nem határoz meg semmilyen határértéket. Ilyen élelmiszer-csoport pl. a méz, amelyre a méhészetben tiltott szulfonamid típusú vegyületek maradékaira nem tűztek ki határértékeket. Ennek következtében az élelmiszerek ellenőrzését végző szakemberek egy csoportja a mézekben a tiltott szerek maradék-értékeire nulla mérési eredményeket vár. Ez a helyzet a magyar méz-ágazatban károsan ellentmondásos helyzeteket teremtett és számottevő gazdasági, illetve erkölcsi kárt okozott az ágazat-

nak. A WESSLING Hungary Kft. Élelmiszerbiztonsági Üzletága laboratóriumaiban vizsgálatainkkal ennek a helyzetnek a feloldására tettünk kísérletet. Munkánk során a hazai jogalkalmazási szokások, illetve a nemzetközi laboratóriumi verseny nyomására olyan vizsgálati módszert állítottunk be és validáltunk, amellyel a mézek szulfonamid-maradék tartalmát akkreditált státuszban 0,1–0,5 µg/kg alsó mérési határral vagyunk képesek mérni. A módszer a minta oldásából, szűréséből, HPLC-s elválasztásából, végül MS/MS detektálásból áll. A 0,1 µg/kg alatti szulfonamid-koncentrációkról szóló vizsgálati eredményeket a <0,1 µg/kg jelzéssel szerepeltetjük a vizsgálati jegyzőkönyveken. „Szulfonamid-mentességről” soha nem adunk ki vizsgálati jegyzőkönyvet. A mérések hibája általában 10%-on belül ingadozik.

2010-ben, amikor a magyarországi méz-botrány kirobbant, 1400 mintából közel 70 ezer elemzést végeztünk, ezek közül 41 ezer szulfonamid-eredmény született. Az 1400 mintából 254 elemzés esetében találtunk 0,5 µg/kg-ot meghaladó gyógyszermaradvány értéket. Ezekből 93 minta hatóanyag-tartalma <10 µg/kg, 161 minta hatóanyag-tartalma pedig >10 µg/kg értéknek adódott. A 2. ábrán a magasabb méréshatár feletti (LOQ>0,5 µg/kg) szulfonamid-koncentrációk értékeit mutatom be a mérési eredményeket növekvő sorrendbe állítva.

2. ábra: LOQ (0,5 µg/kg) feletti mézminták szulfonamid-tartalma az eredményeket nagyság szerint növekvő sorrendbe állítva

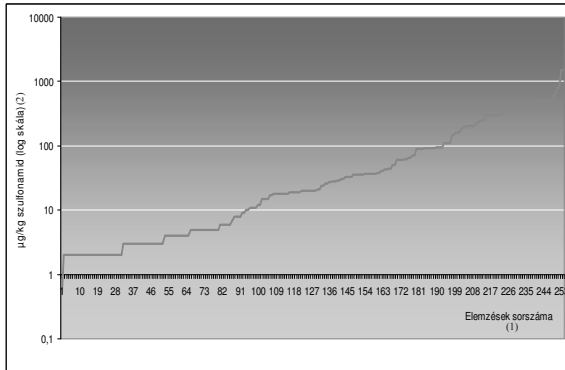


Figure 2: Sulphonamide content of honey samples above LOQ (0.5 µg kg<sup>-1</sup>), results in ascending order  
Serial number of analysis(1), µg kg<sup>-1</sup> sulphonamide (log scale)(2)

A mérési eredményeket a könnyebb áttekinthetőség kedvéért logaritmus skálán ábrázoltam. Félreértések elkerülése végett megjegyzem, hogy az ábrán az elemzések sorszáma nem a mérés során beérkezett minták tényleges sorszáma, hanem csak egy folytonos szám-sor, amelyet a mérési eredmények anonim bemutatása végett generáltunk. Az elemzések nagy száma azt jelenti, hogy a kb. 1400 mézmintából egyenként 30–30-féle állatgyógyszer-maradékot vizsgáltunk.

A 2. ábráról leolvasható, hogy alig több, mint 50 elemzésnél találtunk 100 µg/kg-nál nagyobb koncentrációban valamilyen szulfonamid származékot a vizsgált mézmintákban. Összehasonlításként hivatkozom a Bizottság 37/2010 EU rendelete (2009) 67. oldalán álló előírásra, ahol az emberi fogyasztásra szánt állati

zsír, izom, máj és vese összes szulfonamid-tartalma legfeljebb 100 µg/kg lehet. Ezzel szembe a WESSLING Hungary Kft. vizsgálatai során az egyáltalán detektálható szulfonamid-mennyiségek a minták túlnyomó többségében néhány tized és 10 µg/kg közötti szulfonamid-koncentrációkat találtunk. Így ahhoz, hogy az 1 kg hússal felevett még megengedhető szulfonamid-mennyiség az ember szervezetébe kerüljön, legalább 10 kg mézet kellene elfogyasztani. A magyar lakosság átlagos mézfogyasztása ugyanakkor nem haladja meg az évi 1 kg-ot... (Petőné Varga É., 2008). Ezek alapján nem tartjuk indokoltnak a 10 µg/kg-nál nem nagyobb szulfonamid-maradék koncentrációk esetén a közfogyasztásra szánt mézek kereskedelemből való kivonását és a termelő és/vagy forgalmazó felelősségre vonását. Dolgozatom alapkérdését visszaidézve megkockázatom, hogy az élelmiszerekben található nem-kívánatos vegyületekre megállapítható egy olyan, nullától különböző, még eltűrhető maradékanyag-koncentráció, amely a már említett mikrorizikó elvén élet-hosszig tartó fogyasztás esetén sem károsítja az élelmiszert fogyasztó ember egészségét. Ebben az esetben tehát elhanyagolható a nagyon kis mennyiség.

### MIT GONDOLJUNK A GENETIKAILAG MÓDOSÍTOTT ÉLELMISZEREKRŐL?

Amíg az élelmiszerekbe kerülő nem-kívánatos fizikai és kémiai szennyezőanyagok természetüknél fogva passzívok. Ez alatt azt értem, hogy az élelmiszer termékpályájának befutása során koncentrációjuk semmilyen körülmények között nem nőhet, sőt inkább csökken, hiszen a szennyező anyagok mindegyikére jellemző az úgynevezett felezési idő. A felezési időtartam során a szóban forgó vegyület koncentrációja úgy a környezetben, mint az élelmiszerekben az induló töménység felére csökken. A felezési idő természetesen attól is függ, hogy a vegyület milyen közegben van (talaj, szilárd közeg, élelmiszer stb.).

Vajon ugyanez elmondható-e a genetikailag módosított alapanyagokból előállított termékekre? A GMO-kban olyan genetikai elemeket (gén-szekvenciákat) találtunk, amelyek az eredeti szervezet genomjában természetes módon soha nem fordulnának elő (Dudits és Heszky, 2000)). Ezen genetikai elemek valójában a négy DNS-bázis párijainak sorozatai. Biológiai tanulmányainkból (is) tudunk kell, hogy a természet az örökítő anyagot úgy alkotta meg, hogy az DNS és annak részei a legtöbb károsító hatásnak sikerrel ellenálljanak. Ebből az következik, hogy a gazdaszervezetbe átvitt idegen génszakaszok azok kifejeződése esetén (génexpresszió) aktív, kvázi „élő” összetevőként fognak viselkedni. Az ilyen aktív komponensek esetében nem minden esetben várható, hogy felezési idővel rendelkezzenek, hiszen a környezetbe kerülve tovább hordozhatják azokat a genetikai információkat, amelyeket a GMO szervezet előállítója a befogadó szervezetbe kívántak átvinni. A genetikai információt adott esetben egyetlen génszakasz is kifejezésre juttathatja.

A transzformációt végző kutatók, később gyárak szakértői azt állítják, hogy az általuk átvitt transzgen kizárólag azt a gazdaságilag kívánatos tulajdonságot fejezi ki a befogadó szervezetben, amely a beavatkozás tulajdonképpeni célja volt. Vagyis egy gén egy bizo-

nyos fehérje szintézisét fogja kódolni a befogadó szervezetben. Semmi más. Ez az alapja a bevezetőben említett lényegi azonosságnak. Kérdés, hogy ez az állítás megállja-e a helyét?

Az emberi genomot feltérképező nemzetközi biotechnológiai kutatási vállalkozás, a Human Genome Project eredményei alapján az emberi testben 20–25 ezer féle gént sikerült azonosítani (Innovate Us, 2012). Ugyanakkor a proteomikai kutatások eredményei szerint az emberi testben legalább 50 ezer féle fehérje különíthető el (Human Genome Project Information, 2012)). Ha ez így van, akkor az emberi testben egy gén legalább két fehérjét kell, hogy kódoljon. Ekkor viszont nehéz elképzelni, hogy a transzgenikus (GMO) szervezetben ez az arány másmilyen lenne. Más szóval: nem lehet kizárni, hogy az idegen genetikai környezetbe került transzgen a kívánt tulajdonságon kívül még egyéb, esetleg előnytelen, vagy veszélyes tulajdonságot is átvihet az őt befogadó szervezetbe. Ennek az állításnak a cáfolata ismereteim szerint még nem született meg. Jeffrey M. Smith amerikai újságíró azonban csokorba gyűjtött jó néhány kockázati tényezőt, amely a genetikai transzformációk révén a környezetet és az élelmiszereket fogyasztó embert veszélyeztetheti. Könyvében ismerteti a GMO-k emberre és állatra gyakorolt kedvezőtlen hatását, a genetikai rendszerek nem várt illesztési hibáit, nem várt fehérjék kódolásának lehetőségeit és sok más aggályosnak ítéltető hatást (Smith, 2007).

Úgy tűnik tehát, hogy a biotechnológiában nem helyes a rendkívül kicsiny eltérésekből származó különbségek negligálása. Emlékezzünk Rudolf Steiner sejtésére: az égi mechanika ma tapasztalt stabilitása igen kicsiny arányokon múlik. Valószínűleg ez az állítás igaz a biológiai rendszerekre is. Véleményem szerint a biológiai szerkezetek lényegi azonossága csak makroszkópikus hasonlóságot biztosít, aggálymentességet sajnos nem.

A genetikai elemek vizsgálatát a WESSLING Hungary Kft. leányvállalatában, a BIOMI Kft. laboratóriumaiban végezzük. Az alkalmazott korszerű molekuláris bioló-

giai analitikai módszerekkel (Real-Time PCR, szekvenálás) az élelmiszerekből kimutatható transzgenikus összetevők alsó méréshatára akkreditált státuszban a vizsgált mátrixtól függően 0,05–0,10 m/m%. A mérés bizonytalansága 20 és 35% között mozog. A 0,05 m/m% alatti GMO-tartalom esetén a vizsgálati jegyzőkönyvre a „nem kimutatható” megjegyzést írjuk. Nulla GMO-tartalomról, vagy „GMO-mentesség”-ről soha nem adunk ki vizsgálati jegyzőkönyvet.

## ZÁRÓ GONDOLATOK

Írásomban a munkánk során felmerült szakmai és etikai gondolataimat próbáltam vázolni az élelmiszerbiztonságot szolgáló analitikai mérések során. Műtán munkahelyemen, a WESSLING Hungary Kft.-nél nemcsak fizikai és kémiai vizsgálatokkal foglalkozunk, alkalmam nyílt összehasonlítani a kémiai analitika és a molekuláris biológiai analitika során található, a nullához közelálló mérési eredmények kezeléséből származó szakmai és etikai kérdéseket. A kémiai anyagok analitikájánál elképzelhetőek olyan koncentráció-szintek, amelyek alatt a fogyasztót nem veszélyeztetni egy, az élelmiszerben jelen lévő nem-kívánatos anyag. A genetikailag módosított szervezetekből előállított élelmiszerek esetében ugyanezt nem merném teljes bizonyossággal állítani. Annak ellenére, hogy mindkét analitikai módszer-csoport eredményezhet a kimutathatósági és/vagy mérési határ alatti vizsgálati eredményeket, a GMO-k esetében nem szabad elfeledkezni arról, hogy a szabadba bocsátott transzgenikus összetevők aktívan fejthetik ki hatásukat olyan helyzetekben is, amelyekre az élelmiszerbiztonsággal foglalkozó szakember nem is számít. Végezetül szeretném ismét felhívni a figyelmet Rudolf Steiner gondolataira: az anyagi világ matematikai és fizikai megközelítése rendkívül fontos a hétköznapi gyakorlati élet számára, de tudomásul kell vennünk az anyagi módszerek és az anyagi megismerés korlátait. Ezért a nullához közeli mérési eredmények értelmezésekor és használatakor a természetnek kijáró alázattal kell eljárnunk.

## IRODALOM

- DeVries, J. W. (2006): Chasing „Zero” in Chemical Contaminant Analysis. *Foodsafety Magazine*. 12: 4.
- Dudits D.–Heszky L. (2000): Növényi biotechnológia és géntechnológia. *Agroinform Kiadó*. Budapest. 167–202.
- EU Bizottság 37/2010/EU rendelete (2009. december 22.) a farmakológiai hatóanyagokról és az állati eredetű élelmiszerekben előforduló maximális maradékanyag-határértékek szerinti osztályozásukról. *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*. L: 15.
- Élelmiszervizsgálati Közlemények (2008): A csodálatos Horwitz függvény. [Angol Királyi Vegyész Társaság Analitikai Módszerek Bizottságának 17. hírlevele (2004).] 54. 4: 219.
- Human Genome Project Information. Letöltve: 2012.09.09. [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/home.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml)
- Innovate Us (Innovation And Information For Sustainable Living): How many Proteins exist in human body? Letöltve: 2012.09.09. <http://www.innovateus.net/health/how-many-proteins-exist-human-body>
- Petőné Varga É. (2008): Mézkereskedelem. *Haszon Agrár Magazin*. 2008/4. Letöltve: 2012.09.09. <http://www.haszon.hu/agrar/allattenyesztes/15-mezkereskedelem.html>
- Smith, J. M. (2007): *Genetic Roulette. Yes!* Books Fairfield. Chelsea Green Publishing. Iowa 52556.
- Steiner, R. (1921): Az egyes természettudományos területek viszonya a csillagászatához. *Regulus Art Kft*. Budapest. 262.

