

## AZ ÉLELMISZEREKBE ELŐFORDULÓ NÖVÉNYVÉDŐSZER-MARADÉKOK ÉLELMISZER-BIZTONSÁGI MEGÍTÉLÉSE

### 2. A szermaradékok kockázatbecslése növényi eredetű nyers élelmiszerekben

**Ambrus Árpád<sup>1</sup>, Bihari Edit<sup>1</sup>, Gyórfi László<sup>2</sup>, Karajz György<sup>1</sup>, Szabó István<sup>1</sup>, Vanyúr Rozália<sup>1</sup> és Vásárhelyi Adrienn<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal, 1097 Budapest, Gyáli út 2–6. Arpad.Ambrus@mebih.gov.hu,

<sup>2</sup>Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ Növény- Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság, 1118 Budapest, Budaörsi út 143–145. Vasarhelyi.Adrienn@ontsz.hu

*A zöldségek és gyümölcsök védelmére nagyszámú növényvédő szer áll rendelkezésre. A felügyeleti hatóság feladata és felelőssége a termelési gyakorlat és a forgalomba kerülő termékek szermaradék-tartalmának olyan gyakoriságú ellenőrzése, hogy az védje a fogyasztók egészségét, és elősegítse a magyar termékek értékesítését az Unió piacain is.*

*A hatósági kockázatkezelési döntések segítésére elemeztük a forgalomba kerülő termékek élelmiszer-biztonsági kockázatát a 2004–2005 évek magyar növényvédőszer-maradékok vizsgálatainak eredményei és az Unió tagországaiból származó információk alapján. Megállapítottuk, hogy a jelenleg vizsgált minták száma csak a termékek 25%-ban volt elegendő a helyes mezőgazdasági gyakorlat megfelelő biztonságú igazolására.*

*Az ellenőrzések alapjául javasoljuk hogy a határértéket 2%-nál nagyobb gyakorisággal meghaladó friss gyümölcsöket és zöldségeket 95%-os, a feldolgozott élelmiszereket 85%-os, a nagyon kis mennyiségben fogyasztott termékeket pedig 70%-os biztonsággal tudjuk azonosítani.*

*Statisztikai alapú eljárást ismertetünk a vizsgálandó tételek számának meghatározására a javasolttól eltérő és a speciális követelményeknek megfelelő ellenőrzési feladatok megvalósítására.*

*Nevesítjük az akut toxikológiai kockázattal járó szermaradékot tartalmazó termékeket (alma, burgonya, citrom, fejes saláta, grapefruit, kínai kel, mandarin, narancs, paprika, paradicsom és uborka), valamint azon növényvédő szereket (dimetoát, karbendazim, klortalonil, metilparation, metomil), melyek alkalmazástechnológiájának felülvizsgálata indokolt. Ezekben az esetekben kiemelt mintaszámú célzott ellenőrzést javasolunk.*

*Kidolgoztunk egy statisztikai alapokon nyugvó eljárást, mely a rendelkezésre álló szermaradék-vizsgálati eredmények és a szermaradékok eloszlása alapján rangsorolja a termék–szermaradék kombinációk vizsgálati fontosságát. Az elemzési időszakban vizsgált 624 termék–szermaradék kombinációra kiszámítottuk a súlyozási faktort, melynek felhasználásával részletes javaslatot teszünk közzé az egyes termékek és speciálisan figyelemmel kísérendő szermaradékok vizsgálati prioritására és számaira, kiegészítve azokkal a termékekkel/szermaradékokkal, melyek vizsgálata az uniós tapasztalatok alapján indokolt.*

*A jelenleg ismert problémák feltárása után a megfelelő szintű ellenőrzéshez évente átlagosan 7500–8000 minta vizsgálatára lesz szükség, ami a jelenleg vizsgált minták mintegy kétszerese.*

A magyar mezőgazdasági termelésben évente felhasznált csaknem 20 000 tonna (MTKSZ, 2006) – jelentős részében mérgező vagy erősen mérgező kategóriába tartozó – növényvédő szer

felhasználásának, valamint a megtermelt termékekben és a környezet elemeiben maradó szermaradékok ellenőrzése alapvető társadalmi és gazdasági érdek. Az ellenőrzött és szabályozott

feltételekhez kötött növényvédőszer-felhasználás, az élelmiszer-biztonsági célkitűzések és a biztonságos piaci értékesítés megvalósításának alapvető feltétele. A termények szermaradék-tartalmának ellenőrzésével lehet és kell igazolni, hogy a forgalomba kerülő termékek megfelelnek a vonatkozó határérték-előírásoknak, és biztonsággal fogyaszthatók. Az engedélyezett szermaradék-határérték nem egészségügyi korlát, hanem azt a célt szolgálja, hogy a növényvédő szerekből csak a termék védelméhez szükséges mennyiséget használják fel. Ennek megfelelően a határérték a jó mezőgazdasági gyakorlat ellenőrzésének objektív eszköze. A határértéket meghaladó szermaradékot tartalmazó élelmiszer elfogyasztása nem okoz automatikusan egészségkárosodást. A szermaradék egészségügyi kockázata a toxicitásának, koncentrációjának és az elfogyasztott élelmiszer mennyiségének a függvénye.

Az élelmiszer fogyasztását követő esetleges egészségkárosításra utaló tünetek a jelenlévő szermaradékok és egyéb szennyezések együttes hatásának a következményei. Jelenleg a kémiai (pl. növényvédő szerek, poliaromás szénhidrogének) és természetes eredetű toxikus szennyezéseknek (pl. mikotoxinok) csak egy csekély részére áll rendelkezésre információ, többnyire igen korlátozott számban. Nincsenek kellő ismereteink a különböző típusú vegyületek együttes toxikus hatásának megítélésére sem, kivéve a növényvédőszer-maradékokat, melyeknél a kumulált expozíció becslés és értékelés módszereinek kidolgozásán világszerte számos kutató dolgozik, és ez a feladat az Európai Élelmiszer-biztonsági Hivatal (EFSA 2006) programjában is szerepel.

Az európai nemzeti ellenőrző hatóságoknak a növényvédőszer-maradékokkal foglalkozó Codex Bizottság ülésén részt vevő képviselőiktől kapott tájékoztatás alapján, hivatalosan ugyan nem deklarálva, de <2% körüli határérték-tüллépést tartanak még elfogadhatónak. E gyakorlat és praktikussági megfontolások alapján indokolt, hogy az ellenőrzések során az egyes termékekben található szermaradékoknak legalább a 98%-ra kapjunk információt.

Az élelmiszerekben előforduló növényvédőszer-maradékok élelmiszer-biztonsági megítélésével foglalkozó közleménysorozatunk első részében (Ambrus 2007) (továbbiakban első rész) bemutattuk, hogy a növényvédőszer-maradékok területek közötti eloszlása erősen elnyújtott a nagy szermaradékok tartományában, és nem írható le jól definiált függvényekkel. Az eloszlástól független statisztikai módszerrel végzett számítás alapján a szermaradékok halmaza<sup>1</sup> 98-ik percentilisének 95%-os valószínűséggel történő becsléséhez legalább 148 véletlenszerűen vett minta vizsgálati eredményére van szükség (Codex 2003). Kevesebb vizsgálati eredmény alapján a becslés helyességének valószínűsége csökken (pl. 80%-os valószínűségű becsléshez 80 minta vizsgálati eredménye szükséges), vagy a szermaradék-eloszlás kisebb hányadára lehet 95%-os valószínűséggel becslést adni. Természetesen az összes, Magyarországon forgalomba kerülő növényi eredetű nyers élelmiszerben felhasználható nagyszámú növényvédő szer esetén nem lehet minden termék-szermaradék kombinációra 148 vagy több minta vizsgálatát elvégezni. A kockázatbecslés eredményeinek és a kockázati tényező veszélyességének figyelembevételével a kockázatkezelő hatóságnak kell eldöntenie, hogy az egyes termékeken milyen valószínűséggel szükséges a megfelelőséget ellenőrizni.

Közleményünkben a növényvédőszer-maradék 2004–2005. évi hatósági ellenőrzésének eredményei alapján végzett kockázatbecslés főbb tapasztalatairól számolunk be, és javaslatot teszünk a következő időszak vizsgálati feladataira.

### **A magyar és néhány uniós ország vizsgálati eredményeinek összefoglalása**

A vizsgált 2004–2005. éves időszakban a Növény- és Talajvédelmi Szolgálat (NTSZ) hét növényvédőszer-maradék analitikai laboratóriuma 6397 hazai és import minta vizsgálatát végezte el 102 termékben, termékenként és mintánként változó számú (2–161) növényvédő-

<sup>1</sup> A kezelt területekről származó mintákban lévő szermaradékkértékek sokaságát nevezzük a szermaradékok halmazának.

1. táblázat

**A növényvédőszer-maradékok vizsgálatainak termékcsoportonkénti alakulása százalékban kifejezve néhány uniós tagországban, 2005-ben**

	Friss zöldség, gyümölcs	Bébiétel, -ital	Feldolgozott élelmiszer	Gabona
Magyarország	97,65	–	0,45	1,9
Anglia	67,7	8,3	21,5	2,5
Belgium	88,4	3,3	6,7	1,6
Ciprus	89,4	5,3	0	5,3
Csehország	84,3	6,2	3,4	6,1
Dánia	91	–	0,2	8,8
Hollandia	79,8	5,2	12,4	2,6
Lengyelország	71,3	10,2	6,5	12
Lettország	81,4	9,3	0,9	8,4
Norvégia	84,4	2,6	7,4	5,6
Portugália	85,8	2,2	4,1	7,9
Svédország	75,5	4,5	8,2	11,8
Szlovákia	85,2	1,3	8,4	5,1

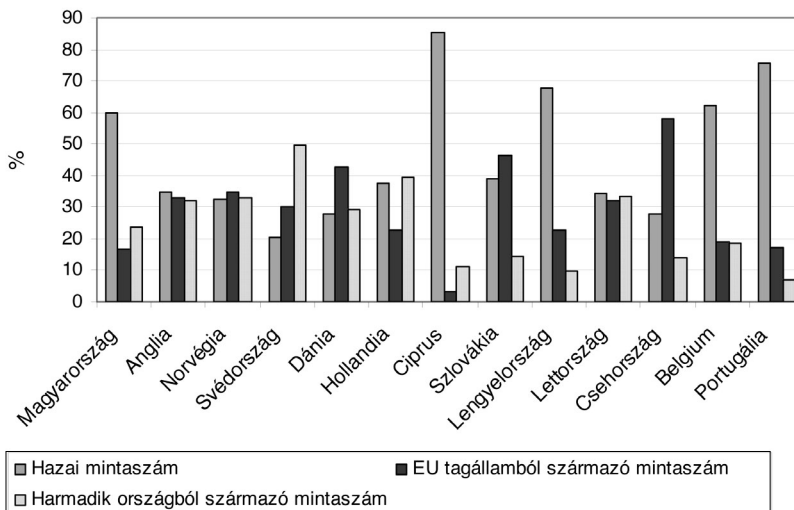
Megjegyzés: Magyarország esetében a 2004–2005. évi összesített adatok szerepelnek

szer-maradéokra. Az EU néhány tagországának a rendelkezésünkre álló éves jelentése alapján a 2005. évi monitoring vizsgálataival összehasonlítva a vizsgálatok fő termékcsoportonkénti megoszlását az 1. táblázatban foglaljuk össze, és relációnkénti megoszlásukat az 1. ábra mutatja.

A zöldség- és gyümölcsfélékben vizsgált és detektált növényvédőszer-maradékok arányát a 2. táblázat mutatja.

A Magyarországon különböző termékekben gyakrabban detektált hatóanyagok megoszlását a 2. ábra szemlélteti.

Az 1. és 2. táblázatokból megállapítható, hogy a magyar laboratóriumok vizsgálati gyakorlata hasonló az európai gyakorlatéhoz. Bár a vizsgált hatóanyag-maradékok száma, a műszerezettség korlátjaiból adódóan, kisebb, mint a belga, svéd vagy holland laboratóriumokban, a



1. ábra. A hazai, európai uniós eredetű és harmadik országból származó minták vizsgálati gyakorisága Magyarországon és néhány uniós tagországban



A fogyasztók akut expozíciója az engedélyezett határértéket (T) meghaladó szermaradékok tartalmazó mintákban a 2004–2005. évi magyar termőhelyi, piaci és import vizsgálatok eredményei alapján

Hatóanyag	Termék	n	n <sub>k</sub>	N/db	T <sup>2</sup>	R <sub>max</sub> <sup>3</sup>	R <sub>maxk</sub> <sup>4</sup>	R <sub>maxk</sub> /T <sup>5</sup>	Fogyasztás g/nap		ARFD <sup>6</sup>	ARFD% <sup>7</sup>	
									Felnőtt	Gyermek		Felnőtt	Gyermek
Acetamidpirid	csemegezőlő	1		132	0,05	0,06	0,06	1,20	513	388	0,1	1	2
Acetamidpirid	cseresznye+meggy	1		31	0,01	0,03	0,03	3,00	375	297	0,1	0	1
Azoxistrobin	fejes saláta	1		422	3,00	11,9	11,90	3,97	213	84			
Azoxistrobin	köszméte	1		25	0,05	0,06	0,06	1,20	153	ND			
Bifenitrin	reték	1		9	0,05	0,445	0,45	8,90	204	122	0,074	2	4
Bromopropilát	alma	1		153	0,05	0,262	0,26	5,24	1348	679			
Buprofezin	citrom	1		16	0,01	0,4	0,40	40,00	115	88			
Cimoxanil	szamóca	1		3	0,01	0,14	0,14	14,00	346	176			
Cipermetrin	kelkáposzta	3	3	35	0,50	0,19	12,6	<b>25,18</b>	188	121	0,2	20	40
Cipermetrin	reték	4	2	41	0,05	0,06	0,54	<b>10,86</b>	204	122	0,2	1	20
Ciprodinil	csemegezőlő	1		59	0,50	1,95	1,95	3,90	513	388			
Deltametrin	kelkáposzta	3	3	39	0,50	0,3	0,63	<b>1,26</b>	188	121	0,01	20	40
Diazinon	csemegezőlő	4	2	168	0,02	0,02	0,52	<b>26,13</b>	513	388	0,025	40	80
Diazinon	fejes káposzta	2	2	5	0,02	0,01	0,07	3,50	362	220	0,025	2	4
Diazinon	fejes saláta	1		234	0,02	0,023	0,02	1,15	213	84	0,025	1	1
Diazinon	kajszibarack	3	2	29	0,02	0,07	0,24	<b>11,75</b>	292	414	0,025	7	20
Diazinon	reték	1		110	0,02	0,046	0,05	2,30	204	122	0,025	1	1
Difenokonazol	citrom	1		109	0,01	0,07	0,07	7,00	115	88			
Difenokonazol	mandarin	1		62	0,01	0,042	0,04	4,20	409	353			
Diklófosz	paprika	1		444	0,10	0,385	0,39	3,85	207	60			
Diklófosz	paradicsom	1		207	0,10	0,13	0,13	1,30	391	159			
Dimetoát	alma	2	2	437	0,02	0,128	0,33	<b>16,50</b>	1348	679	0,01	80	190
Dimetoát	csemegezőlő	1		191	0,02	0,09	0,09	4,50	513	388	0,01	20	40
Dimetoát	fejes saláta	1		413	0,50	15,6	15,6	31,20	213	84	0,01	1530	2300
Dimetoát	grapefruit	4	3	55	0,02	0,01	0,02	<b>1,04</b>	947	495	0,01	5	8
Dimetoát	köszméte	1		36	0,02	0,2	0,20	10,00	153	ND	0,01	0	0
Dimetoát	mandarin	4	3	181	0,02	0,06	0,53	<b>26,65</b>	409	353	0,01	60	170
Dimetoát	narancs	4	3	184	0,02	0,08	0,11	<b>5,55</b>	564	495	0,01	10	60
Dimetoát	ószibarack	4	3	108	0,02	0,047	0,19	<b>9,25</b>	685	315	0,01	30	50
Dimetoát	paprika	2	2	453	0,02	0,072	0,44	<b>21,85</b>	207	60	0,01	40	40
Dimetoát	paradicsom	1		218	0,02	0,32	0,32	16,00	391	159	0,01	30	80
Dimetoát	uborka	1		343	0,02	0,45	0,45	22,50	313	162	0,01	70	130
Dimetoát	zöldbab	1		31	0,02	0,08	0,08	4,00	360	253	0,01	0	0
Ditokarbamátok	fejes saláta	1		421	5,00	12,57	12,6	2,51	213	84			
Ditokarbamátok	kivi	1		31	0,05	0,4	0,40	8,00	355	162			

A 3. táblázat folytatása

Hatóanyag	Termék	n	n <sub>k</sub>	N <sup>1</sup> db	T <sup>2</sup>	R <sub>max</sub> <sup>3</sup>	R <sub>max</sub> K <sup>4</sup>	R <sub>max</sub> K <sup>5</sup> /T <sup>5</sup>	Fogyasztás g/nap		ARFD <sup>6</sup>	ARFD% <sup>7</sup>	
									Felnőtt	Gyermek		Felnőtt	Gyermek
Ditokarbamátok	uborka	1		279	0,50	0,73	0,73	1,46	313	162			
Endoszulifán	fejes saláta	1		64	0,05	0,13	0,13	2,60	213	84	0,015	5	10
Endoszulifán	paprika	1		391	1,00	1,90	1,90	1,90	207	60	0,015	110	120
Eszfenvalerát	alma	5	2	160	0,02	0,031	0,04	<b>1,80</b>	1348	679	0,02	2	10
Fenpropatrin	cseresznye+meggy	1		4	0,01	0,247	0,25	24,70	375	297			
Fenpropatrin	mandarin	1		104	0,01	0,1	0,10	10,00	409	353			
Feniton	mandarin	5	2	88	0,05	0,05	0,14	<b>2,80</b>	409	353			
Folpet	fejes saláta	1		417	2,00	15,4	15,4	7,70	213	84	0,2	80 <sup>8</sup>	
Folpet	kajszibarack	1		62	2,00	3,41 <sup>5</sup>	3,42	1,71	292	414	0,2	10 <sup>8</sup>	
Folpet	paprika	1		375	0,10	0,2	0,20	2,00	207	60	0,2	1 <sup>8</sup>	
Folpet	paradicsom	1		338	0,10	0,6	0,60	6,00	391	159	0,2	3 <sup>8</sup>	
Folpet	szilva	1		54	2,00	2,2	2,20	1,10	413	254	0,2	98 <sup>8</sup>	
Folpet	uborka	1		80	0,10	0,96	0,96	9,60	313	162	0,2	7 <sup>8</sup>	
Forát	narancs	4	2	79	0,05	0,03	0,06	<b>1,20</b>	564	495	0,003	30	110
Foszalon	kajszibarack	1		123	1,00	1,63	1,63	1,63	292	414	0,1	10	40
Foszalon	köszméte	1		35	1,00	2,9	2,90	2,90	153	ND	0,1	0	0
Foszalon	ószibarack	3	3	43	2,00	1,6	1,85	<b>0,93</b>	685	315	0,1	30	50
Foszalon	paprika	4	3	156	1,00	1	1,22	<b>1,22</b>	207	60	0,1	10	10
Foszamidon	fejes saláta	1		66	0,15	0,72	0,72	4,80	213	84			
Foszmet	citrom	1		117	0,01	0,05	0,05	5,00	115	88	0,02	1	3
Foszmet	mandarin	4	2	85	0,01	0,07	0,07	<b>7,40</b>	409	353	0,02	4	10
Imazallil	burgonya	1		105	0,01	1,3	1,30	130,0	687	300	0,05	40	110
Imazallil	csemegeezőő	1		157	0,02	0,24	0,24	12,00	513	388	0,05	9	20
Imazallil	körte	1		18	0,01	0,4	0,40	40,00	693	297	0,05	10	30
Imazallil	mandarin	1		186	5,00	7,7	7,70	1,54	409	353	0,05	160	480
Iprodion	kivi	1		63	5,00	7,7	7,70	1,54	355	162			
Kaptán	fejes saláta	1		416	2,00	4,064	4,06	2,03	213	84	0,1	40	60
Karbendazim	brokkoli	1		4	0,10	0,11	0,11	1,10	376	164	0,02	9	20
Karbendazim	fejes saláta	1		447	5,00	7,39	7,39	1,48	213	84	0,02	360	550
Karbendazim	karfiol	1		9	0,10	0,38	0,38	3,80	579	209	0,02	50	70
Karbendazim	paprika	1		343	0,10	8,522	8,52	85,22	207	60	0,02	360	400
Karbendazim	paradicsom	1		327	0,10	0,113	0,113	1,13	391	159	0,02	5	10
Karbendazim	szamóca	1		117	0,10	0,279	0,28	2,79	346	176	0,02	8	10
Kinalfosz	grapefruit	1		58	0,05	0,06	0,06	1,20	947	495			
Klórpírifosz	citrom	4	3	257	0,20	0,2	11,1	<b>55,27</b>	115	88	0,1	40	150
Klórpírifosz	csemegeezőő	4	2	204	0,50	0,26	1,46	<b>2,93</b>	513	388	0,1	30	60
Klórpírifosz	grapefruit	4	2	91	0,30	0,33	7,03	<b>23,43</b>	947	495	0,1	170	280
Klórpírifosz	mandarin	2	2	205	2,00	0,717	12,6	<b>6,30</b>	409	353	0,1	130	390

A 3. táblázat folytatása

Hatóanyag	Termék	n	n <sub>k</sub>	N <sup>1</sup> db	T <sup>2</sup>	R <sub>max</sub> <sup>3</sup>	R <sub>max</sub> k <sup>4</sup>	R <sub>max</sub> k <sup>5</sup>	Fogyasztás g/inap		ARfD <sup>6</sup>	ARfD% <sup>7</sup>	
									Felnőtt	Gyermek		Felnőtt	Gyermek
Klórpírifosz	narancs	3	2	210	2,00	0,3	5,31	2,66	564	495	0,1	70	280
Klórpírifosz	nektarin	4	2	7	0,20	0,04	1,10	1,10	590	302	0,1	3	6
Klórpírifosz	paprika	4	3	265	0,50	0,68	1,22	2,44	207	60	0,1	10	10
Klórpírifosz-metil	citrom	4	3	221	0,30	0,24	1,46	4,87	115	88	0,1	6	20
Klórpírifosz-metil	csemegeeszőlő	4	3	186	0,20	0,17	0,92	4,59	513	388	0,1	20	40
Klórpírifosz-metil	paprika	4	3	194	0,50	0,39	1,22	2,44	207	60	0,1	10	10
Klórpírifosz-metil	burgonya	1	122	122	1,50	4,96	4,96	3,31	687	300	0,5	20	40
Klórtalonil	fejes saláta	1	408	408	0,01	0,19	19,00	213	84	0,015	10	20	20
Klórtalonil	paradicsom	1	387	387	2,00	6,58	3,29	391	159	0,015	400	1060	1060
Krezoxim-metil	paradicsom	1	104	104	0,05	0,32	6,40	391	159				
Lambda-cihalotrín	cseresznye+meggy	1	118	118	0,10	0,323	0,32	3,23	375	297	0,0075	30	70
Lambda-cihalotrín	kínai kel	3	3	16	0,10	0,22	0,47	4,72	571	147	0,0075	20	40
Lambda-cihalotrín	málna	1	37	37	0,02	0,05	0,05	2,50	325	76	0,0075	3	3
Malation	alma	3	2	173	0,50	0,075	0,11	0,22	1348	679	0,1	3	6
Malation	citrom	4	3	236	2,00	0,012	0,24	0,12	115	88	0,1	1	3
Malation	mandarin	4	3	194	2,00	1,3	6,31	3,16	409	353	0,1	70	200
Malation	narancs	4	2	186	2,00	0,08	2,44	1,22	564	495	0,1	30	130
Metamidofosz	paprika	1	342	342	0,01	2,41	2,41	241,0	207	60	0,01	200	230
Metilparation	alma	1	321	321	0,02	0,18	0,18	9,00	1348	679	0,001	430	1050
Metilparation	citrom	1	249	249	0,02	0,57	0,57	28,50	115	88	0,001	220	780
Metilparation	csemegeeszőlő	4	3	240	0,02	0,02	0,02	1,05	513	388	0,001	40	80
Metilparation	grapefruit	3	2	87	0,02	0,02	0,21	10,50	947	495	0,001	510	880
Metilparation	kínai kel	4	2	1	0,20	0,025	0,04	0,18	571	147	0,001	90	100
Metilparation	mandarin	3	2	142	0,02	0,02	0,03	1,30	409	353	0,001	30	80
Metilparation	narancs	1	199	199	0,02	0,18	0,18	9,00	564	495	0,001	230	950
Metiokarb	paprika	1	17	17	0,20	0,7	0,70	3,50	207	60	0,02	30	30
Metomil	paprika	1	314	314	0,05	0,5	0,50	10,00	207	60	0,02	20	20
Metomil	uborka	1	90	90	0,05	0,94	0,94	18,80	313	162	0,02	70	130
O-fenil-fenol	citrom	1	65	65	10,00	15,5	15,5	1,55	115	88	*		
O-fenil-fenol	mandarin	1	25	25	10,00	22,1	22,1	2,21	409	353	*		
Penkonazol	alma	3	2	407	0,20	0,023	4,81	24,05	1348	679	0,2	60	140
Permetrin	fejes saláta	3	2	90	0,05	1,8	16,4	327,6	213	84	1,5	10	20
Permetrin	málna	1	3	3	0,05	0,09	0,09	1,80	325	76	1,5	0	0
Piridafention	mandarin	1	9	9	0,01	0,05	0,05	5,00	409	353			

A 3. táblázat folytatása

Hatóanyag	Termék	n	$\eta_k$	N <sup>1</sup> db	T <sup>2</sup>	R <sub>max</sub> <sup>3</sup>	R <sub>max</sub> k <sup>4</sup>	R <sub>max</sub> k <sup>4</sup> /T <sup>5</sup>	Fogyasztás g/nap		ARfD <sup>6</sup>	ARfD% <sup>7</sup>	
									Felnőtt	Gyermek		Felnőtt	Gyermek
Pirimetanil	köszméte	1		25	0,01	0,03	0,03	3,00	153	ND			
Pirimetanil	mandarin	1		51	0,01	0,05	0,05	5,00	409	353			
Pirimetanil	paradicsom	1		24	0,05	0,282	0,28	5,64	391	159			
Pirimifosz-metil	körte	1		62	0,05	0,09	0,09	1,80	693	297	0,15	1	2
Pirimikarb	citrom	3	2	70	0,01	0,05	0,68	<b>68,30</b>	115	88	0,1	3	9
Pirimikarb	fejes káposzta	2	2	46	0,50	0,24	1,08	<b>2,16</b>	362	220	0,1	7	20
Pirimikarb	ószibarack	4	3	85	0,50	0,071	1,85	<b>3,70</b>	685	315	0,1	30	50
Proclimidon	narancs	1		92	0,02	0,05	0,05	2,50	564	495	0,035	2	8
Propikonazol	fejes saláta	1		6	0,05	0,11	0,11	2,20	213	84	0,3	0	1
Triabendazol	burgonya	1		106	0,01	1,3	1,30	130,0	687	300	0,1	20	60
Triabendazol	citrom	1		238	5,00	5,6	5,60	1,12	115	88	0,1	20	80
Toilifluanid	csemegeeszőző	1		123	0,10	0,19	0,19	1,90	513	388	0,5	1	1
Toilifluanid	körte	1		54	0,10	0,327	0,33	3,27	693	297	0,5	1	2
Toilifluanid	mandarin	1		94	0,01	0,038	0,04	3,80	409	353	0,5	0	0
Toilifluanid	narancs	1		84	0,01	0,1	0,10	10,00	564	495	0,5	0	1
Tolklófosz-metil	fejes saláta	1		14	0,01	0,46	0,46	46,00	213	84			
Triazofosz	citrom	4	3	149	0,02	0,01	0,02	<b>1,23</b>	115	88	0,001	10	30
Triflururon	paprika	1		1	0,01	0,11	0,11	11,00	207	60			
Vinklozolin	citrom	1		188	0,05	0,1	0,10	2,00	115	88	0,06	1	2
Vinklozolin	grapefruit	1		44	0,05	0,19	0,19	3,80	947	495	0,06	8	10
Vinklozolin	mandarin	1		141	0,05	0,23	0,23	4,60	409	353	0,06	4	10
Vinklozolin	ószibarack	2	2	65	0,05	0,036	0,18	<b>3,54</b>	685	315	0,06	5	8
Vinklozolin	paradicsom	3	2	430	0,05	0,26	0,77	<b>15,40</b>	391	159	0,06	10	30

Megjegyzések:

n: az egy mintában mért szermaradékok száma;  $\eta_k$ : a kumulált expozíció számításakor figyelembe vett szermaradékok száma

\*N: Az adott kombinációra vizsgált minták száma összesen [db].

T<sup>2</sup>: a maximálisan megengedett szermaradék-határérték [mg/kg]. Azok a hatóanyagok, amelyek nemzeti határértékként uniós felülbírlás alatt állnak, és még nem került sor MRL-megállapításra 0,01 mg/kg értékkel szerepelnek a táblázatban. Ezek a feltételezett határértékek nem befolyásolják az akut expozíció értékét\*R<sub>max</sub>: az EU és magyar szabvány szerint vett N számú mintában mért maximális szermaradék [mg/kg].\*R<sub>max</sub>k<sup>4</sup>: az 1. egyenlettel az együtt mért szermaradékokból az első oszlopban szereplő szermaradéka számmal kumulált szermaradék ekvivalens [mg/kg]\*R<sub>max</sub>k<sup>4</sup>/T<sup>5</sup>: A mért vagy kumulált szermaradék ekvivalens (félkövér betűkkel szedve) és az engedélyezett határérték hányadosa.

\*ARfD: akut referenciadozís [mg (szermaradék)/kg (testsúly)] az EU illetékes szakértői, illetve a WHO által meghatározott értékek. A \* -gal jelölt hatóanyagnál nem szükséges az ARfD meghatározása

\*A jelzett fogyasztói csoportra számított növényvédőszermaradék-terhelés és az ARfD hányadosa százalékban. 65 kg átlagos testsúlyú felnőttre és 16 kg átlagos testsúlyú gyermekre vonatkoztatva. A fogyasztási tényezők, a konkrét magyar adatok hiányában, a Magyarországot is tartalmazó regionális FAO/WHO adatokból származnak.

\*Az akut referencia dózis csak várandós anyákra vonatkozik.



a 130 termék szermaradék-kombinációban 28 termékben 53 növényvédőszer-maradék volt jelen. A 95%-os valószínűségű becsléshez 53 (148 minta), a legalább 85%-os valószínűségű becsléshez (94 minta) pedig további 17 (összesen 70) termék-szermaradék kombinációban volt elegendő vizsgálat. A maradék 60 kombinációban 1–92 minta vizsgálatára került sor, ennek alapján nem zárható ki, hogy ha elegendő számú mintát vizsgáltak volna, akkor nagyobb számban fordult volna elő a határértéknél több szermaradék. Ezt a feltételezést az uniós tagországok 4,5%-os előfordulási gyakorisága is alátámasztja. Különösen figyelemre méltó a dime-toát (12), klórpírifosz (7), metilparation (7), folpet és karbendazim (6–6) határérték feletti előfordulása többféle import termékben. A termékek közül a citromfélék, a fejes saláta, csemegezőelő és paradicsom emelkedik ki a nagyszámú határértéket meghaladó szermaradék-tartalommal.

#### *Az Unió tagországainak vizsgálati eredményei*

A kézirat elkészítéséig az eredményeiket közreadó 12 uniós tagország 2005 évi monitoring vizsgálati során a minták 4,5%-ában talált határértéket meghaladó szermaradékot. Az európai eredetű határérték feletti minták aránya ebből 34%. A határértékhez viszonyítva legtöbb szermaradékot a holland leveles zöldségben (ometoát  $650 \times T$ ) és ehető orchideában (ometoát  $600 \times T$ , cipermetrin  $280 \times T$ ), olasz salátában ( $6,5 \times T$ , ditiokarbamat<sup>2</sup>) mérték. A 12 tagországból származó zöldség- és gyümölcsfélékben 64 hatóanyag (csoport) maradékát mutatták ki (zárójelben a termékfeleségek száma): acefát (2), aklonifen (1), aldikarb (1), azoxistrobin (2), benomyl csoport (8), bifentrin (1), biter-tanol (1), brómpropilát (1), kaptán (1), karbo-furán (2), klormekvát (1), klórtalonil (3), klór-profam (3), klórpírifosz (8), klórpírifosz-methyl (2), klofentezin (1), cihexatin (szum) (1), cipermetrin (3), ciprodinil (2), deltametrin

(3), diazinon (3), dikofol (1), dieldrin (1), dimetoát (12), difenilamin (1), ditiokarbamatok (5), endoszulfán (8), eszfenvalerát (1), fenhexamid (1), fenitrotrion (1), fention (szum) (5), fenvalerát (2), fluzilazol (1), folpet (1), hexa-klórbenzol (1), imazalil (4), iprodion (6), kresoxim-metil (2), lindán (1), linuron (2), malation (1), mekarbam (1), metalaxil (3), metamidofosz (7), metidation (1), metiokarb (szum) (1), metomil (2), ometoát (3), oxidemeton-metil (szum) (1), paration-metil (2), penkonazol (3), permetrin (5), pirimifosz-metil (1), procimidon (7), profenofosz (1), propizamid (1), piraklostrobin (1), quintozen (1), technazen (1), tiabendazol (5), triadimefon (szum) (1), triadimenol (1), trifloxistrobin (1), triforin (1).

A 36 harmadik országból származó 66-féle mintában 56 különböző a határértéket meghaladó szermaradékot mérték: acefát (4), azoxistrobin (3), benomyl csoport (26), biter-tanol (1), brómpropilát (1), cipermetrin (17), ciprodinil (1), deltametrin (1), diazinon (1), diklórfosz (1), dikofol (11), dimetoát (18), ditiokarbamatok (9), endoszulfán (8), eszfenvalerát (2), etion (3), famoxadon (1), fenvalerát (3), hexakonazol (1), imazalil (12), imidakloprid (1), lambda cihalotrin (2), lindán (1), karbaril (3), karbofurán (3), karboszulfán (1), klórtalonil (8), klórpírifosz (19), klórpírifosz-metil (2), klofentezin (1), , metalaxil (9), metamidofosz (9), metiokarb (szum) (3), metomil (9), ometoát (15), oxidemeton-metil (szum) (1), paration-metil (8), penkonazol (2), permetrin (2), pirimifosz-metil (2), procimidon (2), profenofosz (10), propikonazol (4), piraklostrobin (1), tiabendazol (3), triadimefon (szum) (2), triadimenol (2), trifloxistrobin (1), triforin (1).

A tagországok laboratóriumai az Unióból és harmadik országokból származó mintákban összesen 57 különböző termékben detektáltak olyan határérték feletti szermaradékot, melyeket a magyar laborok egyáltalán nem vagy csak minimális számban (< 15) vizsgáltak.

<sup>2</sup> A konkrétan mért érték 33 mg/kg volt összehasonlítással a Magyarországon salátában mért maximális érték 12,6 mg/kg (3. táblázat).

### Az engedélyezett határértéknél kisebb koncentrációjú szermaradékot tartalmazó minták

4. táblázat

#### Az engedélyezett határértéknek megfelelő szermaradék-tartalom valószínűsége a 2004–2005 időszakban vizsgált termék–szermaradék párok esetén

A becslés valószínűsége [%]	R<T
>95	156
90	54
85	31
80	29
60	91
<60	198
<b>Összes eset</b>	<b>559</b>

A 2004–2005 időszakban Magyarországon vizsgált 624 termék–szermaradék kombinációból 559 tartalmazott határérték alatti szermaradékot (R). A 4. táblázat mutatja, hogy a vizsgált termékek esetében milyen valószínűséggel állíthatjuk, hogy a szermaradék-tartalmuk megfelelt a vonatkozó határértékeknek.

Figyelemre méltó, hogy az elvégzett vizsgálatok alapján csupán a termék–szermaradék kombinációk 28%-ában állíthatjuk 95%-os valószínűséggel, hogy a jelen termelési gyakorlat nem eredményez 2%-nál több határérték feletti mintát, és az esetek 35%-ában csupán kisebb, mint 60%-os valószínűséggel állíthatjuk ugyanazt.

### A fogyasztók növényvédőszermaradék-expozíciója az elfogyasztott élelmiszerekkel

#### Krónikus expozíció

Az elfogyasztott élelmiszerekkel a szervezetünkbe egész életünk során, beleértve az anyaméhben töltött időt is, kerülnek toxikus anyagok. Az elfogadható maximális napi felvétel, az angol kifejezés (acceptable daily intake) rövidítése alapján ADI-érték, mg szermaradék/testsúlykilogramm/nap egységben, azt a növényvédőszermaradék-mennyiséget jelenti, melyet a megállapításakor rendelkezésre álló összes tudományos és kísérleti eredmény alapján egész életünk során minden érzékelhető egészségkárosító hatás nélkül elfogyaszthatunk. A szermaradék mennyiségébe minden toxikológiailag szignifikáns metabolitja is beszámítandó, mely sok esetben az aktív anyag mellett számos egyéb, többnyire polárosabb vegyületet is magába foglal.

Az élelmiszerekkel a naponta átlagosan szervezetünkbe kerülő szermaradék az első részben ismertetett módszerekkel számítható ki.

Megjegyzés: A táblázatban feltüntetett becslési valószínűség azt mutatja, hogy a mért szermaradék (R) kisebb, mint az engedélyezett határérték (R<T) esetekben, mi annak valószínűsége, hogy a jelenlegi növényvédőszer-alkalmazási gyakorlat folytatása esetén a minták kevesebb mint 2%-a fog a határértéket meghaladó szermaradékot tartalmazni.

Mivel nem áll rendelkezésre részletes adatbázis a magyar fogyasztási tényezőkre, csak a determinisztikus módszert lehet alkalmazni. A számítások az ellenőrző vizsgálatok során mért szermaradék-értékeket vesszük alapul. Figyelembe véve, hogy a vizsgált kombinációkban a minták több mint 70%-a a kimutatási határ (KH<sup>3</sup>) alatti szermaradékot tartalmazott, a számításokat a KH-értékekkel végeztük el.

Alternatív megközelítésként feltételeztük, hogy csak azokat a tételeket kezelték az adott növényvédő szerrel, amelyek a kimutatási határ felett tartalmaztak szermaradékot. Az utóbbi esetben a mért értékek mediánjával és a kezelt, valamint a feltételezeten nem kezelt területek arányával számoltunk. Az adott szermaradékot tartalmazó termék–szermaradék kombinációk közül azokat vizsgáltuk, ahol legalább egy termékben 80 vagy több minta vizsgálati eredménye állt rendelkezésre. A naponta átlagosan a fogyasztók szervezetébe jutó szermaradék és a vonatkozó ADI érték viszonyát az 5. táblázatban foglaltuk össze.

<sup>3</sup> A KH=LOQ = kimutatási határ azt a legkisebb szermaradék-koncentrációt jelenti, melyet a vizsgálat körülményei között még a minőségbiztosítási kézikönyvben meghatározott reprodukálhatósággal mennyiségileg meg lehet határozni.

## 5. táblázat

**Példák az élelmiszerekkel átlagosan naponta elfogyasztott növényvédőszer-maradék és az ADI-értékek viszonyára**

Szermaradék	Vizsg.sz. <sup>1</sup>	ADI	%ADI <sup>2</sup>	%ADI <sup>3</sup>	K <sup>4</sup>
Acetamidrid	7-132	0,07	0,0	0,0	4
Alfa-cipermetrin	37-110	0,015	0,1	0,3	4
Azoxistrobin	4-422	0,1	0,0	0,0	15
Bifentrin	9-353	0,015	0,0	0,4	9
Brompropilát	43-183	0,03	0,0	0,1	10
Cipermetrin	16-400	0,05	0,0	0,0	20
Deltametrin	2-416	0,01	0,0	0,2	13
Diazinon	1-408	0,0002	2,9	16,5	17
Diflubenzuron	4-163	0,02	0,1	0,1	4
Diklórfosz	3-444	0,004	0,0	0,5	13
Dikofol	33-110	0,002	0,3	0,6	5
Dimetoát	31-453	0,001	0,4	3,8	14
Ditiokarbamátok	9-425	0,03	0,4	0,8	27
Endosulfán	11-420	0,006	0,3	0,6	13
Eszfenvalerát	18-160	0,02	0,0	0,1	3
Fenarimol	9-282	0,01	0,3	0,2	8
Fenhexamid	2-102	0,2	0,0	0,0	10
Fenitrotrion	1-371	0,005	0,4	0,4	11
Fenpropatrin	3-324	0,03	0,1	0,1	7
Fluzilazol	94-127	0,002	0,08	3,3	2
Folpet	37-403	0,1	0,03	0,1	14
Foszfamidon	76-138	0,0002	0,6	1,1	5
Foszmet	33-117	0,01	0,02	0,0	3
Foszalon	9-438	0,01	0,3	0,3	15
Imazail	18-238	0,03	0,6	0,3	2
Iprodion	7-403	0,06	0,1	0,1	16
Kaptán	24-445	0,1	0,1	0,1	17
Karbendazim	9-399	0,02	4,0	0,8	20
Klórpírifosz	7-473	0,01	0,5	0,4	14
Klórpírifosz-metil	7-410	0,01	0,2	0,3	7
Klóroprofán	122	0,05	0,01	0,4	1
Klórtalonil	45-408	0,015	0,05	0,2	6
Kresoxim-metil	25-154	0,4	0,00	0,0	6
Lambda-cihalotrin	11-444	0,005	0,05	0,4	15
Lindán	1-95	0,005	0,01	0,0	2
Malation	42-236	0,03	0,01	0,1	7
Metalaxil	40-358	0,08	0,01	0,4	7
Metamidofosz	103-342	0,004	1,30	8,1	3
Metidation	25-257	0,001	0,37	2,1	9
Metilparation	1-321	0,003	0,02	0,7	10
Metomil	4-314	0,005	0,27	1,3	12
Miklobutanil	57-192	0,025	0,00	0,1	7
Oxamil	7-155	0,006	0,83	1,4	7
Penkonazol	54-407	0,03	0,01	0,1	12
Permetrin	3-90	0,05	0,01	0,0	5
Pirimifosz-metil	43-370	0,004	0,00	0,2	5
Pirimikarb	5-233	0,02	0,02	0,2	7
Proximidon	1-495	0,025	0,37	0,1	14
Propamokarb	11-115	0,4	0,01	0,0	3
Teflubenzuron	15-264	0,01	0,15	0,1	7
Tiabendazol	64-238	0,1	0,15	0,1	8
Tiametoxam	15-138	0,018	0,11	0,1	5
Tolilfluaniid	54-135	0,2	0,0	0,0	5
Triadimefon	96	0,03	0,0	0,0	1
Triazofosz	149	0,001	0,0	0,0	1
Vinklozolin	1-442	0,005	0,2	0,2	18

## Megjegyzések:

<sup>1</sup> Adott szermaradék esetén a különböző mintákban a jelzett hatóanyag-maradékra végzett vizsgálatok számának minimum és maximum értéke.

<sup>2</sup> A naponta elfogyasztott növényvédőszer-maradék az ADI %-ban: az élelmiszerekkel a fogyasztó szervezetébe kerülő szermaradék a mért értékek mediánjával és a feltételezett kezelt területek arányával számolva.

<sup>3</sup> A naponta elfogyasztott növényvédőszer-maradék az ADI %-ban: az összes vizsgálati eredmény mediánjából számolva, mely minden esetben a KH értékkel volt azonos.

<sup>4</sup> Az adott szermaradékot tartalmazó terméktípusok száma.

Tekintve, hogy az egyes szermaradékokat különböző termékekben igen eltérő számban vizsgálták, továbbá a vizsgálatok nem terjedtek ki minden termékre, melyben a szer felhasználása engedélyezett, a fogyasztók hosszú távú terhelésére végzett számításnak igen nagy a bizonytalansága, és csak előzetes tájékozódásra alkalmasak. A rendelkezésre álló korlátozott számú eredménnyel végzett számítások szerint a magyar fogyasztó krónikus növényvédőszermaradék-expozíciója az esetek döntő többségében kisebb mint az ADI-érték 2-3%-a, és csak a diazinon esetében közelíti meg az ADI-érték 20%-át.

A kétféle módszerrel végzett becslések közül a KH-értékekkel számítottak valamivel nagyobb értéket eredményeztek. A kezelt területek arányára rendelkezésre álló statisztikailag megalapozott információ azt jelzi, hogy a pozitív minták arányából számolt korrekciós faktor jelentősen alacsonyabb a ténylegesen kezelt területeket. Ezért a KH-értékekkel végzett számítás, bár az expozíciót túlbecsüli, megalapozottabbnak tekintjük.

Figyelembe véve, hogy az átlagos expozíció lényegesen kisebb, mint a vonatkozó ADI-érték, valamint azt a tényt, hogy a toxikus metabolitok az esetek döntő többségében nem nagyobbak, mint az aktív anyag maradásként az 5-szörös értéke, a krónikus expozíció meghatározásához nincs szükség a toxikus metabolitok vizsgálatba vonására. A fogyasztó expozíció számításakor figyelembe veendő toxikológiai szignifikáns meta-

bolitok és az aktív anyag maradékához viszonyított arányuk az EU növényvédőszer-értékelési jelentéseiben, illetve a FAO/WHO Növényvédőszer-maradék Szakértői Bizottságának jelentéseiben található.

### Akut expozíció

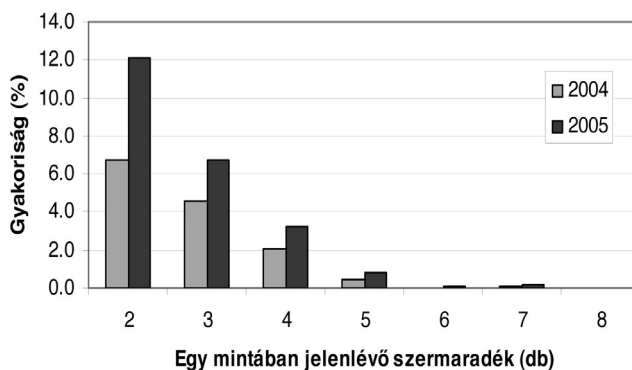
A növényvédőszer-maradékok igen egyetlen eloszlása miatt előfordulhat, hogy egyes tételek az átlagosnál lényegesen több (> 6–7-szeres) szermaradékot tartalmaznak (Ambrus 2007). Az egyes tételeken belül az egyedi termékek szermaradék-tartalmában is igen jelentős eltérések lehetnek, melyet az ún. variabilitási faktorról lehet jellemezni<sup>4</sup>. Az EFSA Tudományos Bizottságának szakértői véleménye szerint (EFSA 2005) közepes méretű gyümölcsök esetén az átlagos variabilitási faktor 2,7–2,8 és felső 95%-os konfidenciahatára közelítőleg 5. Ezt a megállapítást megerősítette a 3 földrész 15 országában végzett 110 független területi kísérlet (Ambrus 2006), mely 2,8 átlagos variabilitási faktort eredményezett. A FAO/WHO Szakértői bizottsága az átlagos variabilitási faktort alkalmazza a növényvédőszer-maradékok élelmiszer-biztonsági megítélésekor, melyet egy értékes jeggyel (3) fejez ki, figyelembe véve a becsült érték bizonytalanságát.

Az átlagos fogyasztáson és szermaradékszinten alapuló krónikus expozícióbecsléstől eltérően a rövid idő alatt elfogyasztott élelmiszerek esetén a termékben várhatóan előforduló maximális szermaradékot és a nagy étvágyú emberek által elfogyasztott élelmiszer-mennyiséget (nagy adag) kell figyelembe venni. A kísérleti tapasztalatok és a gyakorlati korlátok figyelembevételével a FAO/WHO Szakértői Konzultáció a 97,5%-os percentilis fogyasztási érték alkalmazását javasolta (WHO

1997). A számított rövid időtartamú expozíció elfogadható felső szintjét az ADI-értékkel analóg akut referenciadózis (ARfD) szabja meg, melyet a növényvédő szerekkel végzett toxikológiai vizsgálatok alapján határoznak meg.

Az akut expozíció számításainkban a 3-as variabilitási faktort, valamint a WHO által a tagországok adatai alapján összeállított nagy adagra vonatkozó fogyasztási tényezőket és termék-méreteket alkalmaztuk (GEMS/Food 2006), az első részben (Ambrus 2007) részletezett módszer szerint. A 3. táblázat a határértéknél több szermaradékot tartalmazó termék–szermaradék kombinációkra tartalmazza a számított akut expozíciós értékeket.

A növények védelme sok esetben több mint egy növényvédő szer alkalmazását teszi szükségessé, melyek maradékai egymás mellett egyidejűleg jelen lehetnek a betakarított termésben. További ok lehet az, hogy a különböző növényvédő szerekkel kezelt tételek keveredhetnek a termékek válogatása, osztályozása során. A 2004–2005. évi hazai vizsgálatok során átlagosan a vizsgált minták 14–23%-ban találtak 2 vagy több szermaradékot. Az egy termékben együttesen előforduló szermaradékok száma terméktípusonként változik. Eloszlásukat a 3. ábra és a 6. táblázat mutatja.



3. ábra. A két vagy több szermaradékot tartalmazó minták gyakorisága a 2004–2005 években Magyarországon. Egy minta tartalmazott 8 szermaradékot (0,03% az összes mintára vonatkoztatva) 2005-ben

<sup>4</sup> A variabilitási faktort a FAO/WHO szakértői ülés javaslata alapján az egy tételen belül az egyedi terményekben előforduló szermaradékok 97,5%-os percentilisének és az átlagos szermaradékának a hányadosa adja 95%-os valószínűségi szinten.

6. táblázat

**Az együtt detektált szermaradékok százalékos eloszlása több hatóanyag-maradékot tartalmazó mintákban a 2004–2005. évi vizsgálatok alapján**

Minta	N <sup>1</sup>	R 2 <sup>2</sup>	Az egy mintában előforduló szermaradékok száma						
			2	3	4	5	6	7	8
			A minták %-os megoszlása <sup>3</sup>						
Alma	493	182	15	11	6	2	1	1	0,2
Banán	160	21	10	3	0	0	0	0	0
Citrom	248	151	26	21	11	3	0	0	0
Cseresznye	68	11	10	6	0	0	0	0	0
Egres	36	13	25	8	0	3	0	0	0
Grapefruit	90	59	27	27	10	2	0	0	0
Körte	142	40	15	8	5	0	0	0	0
Mandarin	195	138	29	24	14	4	0	0	0
Narancs	210	91	20	14	8	0	0	0	0
Őszibarack	109	10	4	3	2	0	0	0	0
Paradicsom	484	60	11	1	0	0	0	0	0
Saláta	469	85	9	5	3	0	0	0	0
Sárgabarack	126	48	25	12	1	1	0	0	0
Szamóca	127	16	9	1	2	1	0	0	0
Szőlő	229	78	12	13	7	2	0	0	0
Uborka	263	45	11	5	0	1	0	0	0
Zöldpaprika	683	100	7	5	2	0	0	0	0

Megjegyzések:

<sup>1</sup> A 2004–2005. években összesen vizsgált minták száma.

<sup>2</sup> A 2 vagy több szermaradékot tartalmazó minták száma.

<sup>3</sup> A jelzett számú szermaradékot tartalmazó minták száma az adott termékben vizsgált összes minta százalékában.

Az uniós tagországok laboratóriumi vizsgálati eredményei a magyar eredményekhez hasonló képet mutatnak.

A stuttgarteri laboratóriumban (Schüle 2004, 2006) alkalmazott szélesebb körű és érzékenyebb vizsgálati módszerekkel a magyar átlagtól lényegesen eltérő eredményeket kaptak, és arányaiban nagyobb számú mintában többféle szermaradékot tudtak kimutatni. Különösen figyelemre méltó az a tény, hogy az olasz (95%), spanyol (100%) és török (100%) eredetű egyes szőlőfürtökben (melyeknél a tétel keveredése nem jöhet számításba) több mint egy szer maradékát tudták kimutatni. A vizsgált 133 tétel 23%-a tartalmazott 6–8 különböző szermaradékot. De volt olyan szőlőfürt, melyben 16–17 növényvédő szer maradéka volt jelen. A vizsgált 341 paprikatételnek csupán 15%-a nem tartalmazott mérhető szermaradékot, a tételek 23%-a 6–8, 17%-a 8–11 szermaradékot tartalmazott, és két tételben 18, illetve 19 szer maradékát találták meg.

Ilyen számú szermaradék jelenléte technológiailag már semmiképpen nem indokolt, és szükségessé teszi a fogyasztók egészségének védelmében a Magyarországra érkező import tételek fokozott ellenőrzését.

Több növényvédő szer azonos hatásmechanizmus szerint fejti ki toxikus hatását, mely összegződik, ha a szerek maradéka egyidejűleg vannak jelen az elfogyasztott élelmiszerben. Az általánosan elfogadott kolinészterázenzim-gátló foszforsavészterek és karbamátok mellett az EFSA Tudományos Kollokviuma (EFSA 2006) javasolta a konazolok, piretroidok, dikarboximidek ftálimidek és ditiokarbamátok kumulatív toxicitásának a figyelembevételét. E javaslat alapján a bizonyítottan és potenciálisan azonos hatásmechanizmusú aktív anyagokat a 7. táblázat tartalmazza. A kumulatív expozíciós számításokat e csoportokra végeztük el.

Az összegzett vagy más szóval a kumulatív

## Az azonos toxikológiai hatásmechanizmusú csoportokba sorolt növényvédő szerek

Szerves foszforsavészterek		Karbamátok	Piretroidok	Triazolok/ konazolok	Klóracetamidok + benzamid
acefát	metidation	aldikarb	akrinatrin	bitertanol	acetoklór
azametifosz	metilparation	alanikarb	alletrin	bromukonazol	alaklór
azinfosz-etil	mevinfosz	bendiokarb	bifentrin	diklobutrazol	butaklór
azinfosz-metil	monokrotofosz	benfurakarb	bioalletrin	difenokonazol	demeteneamid
kaduzafosz	naled	butokarboxim	bioalletrin S-	dinikonazol	metolaklór
klóretoxifosz	ometoát	butoxikarboxim	ciklopentenil	epoxikonazol	propizamid
klórfenvinfosz	oxidemeton-metil	karbaril	bioresmetrin	fenbukonazol	propaklór
klórmefosz	paration	karbofurán	cikloprotrin	flukonazol	S-metolaklór
klórpifofosz	paration-metil	karboszulfán	ciflutrin	fluquinkonazol	
klórpifofosz–metil	fentoát	etiofenkarb	cihalotrin	fluzilazol	
kumafosz	forát	fenobukarb	cipermetrin	flutrifol	
cianofosz	foszalon	formetanát HCl	cifenotrin	hexakonazol	
demeton-S-metil	foszmet	furatiokarb	deltametrin	metkonazol	
diazinon	foszfamidon	izoprokarb	empentrin	miklubutanil	
diklórfosz	foxim	metiokarb	eszfenvalerát	paklobutrazol	
dikrotofosz	pirimifosz-etil	metomil	etofenprox	penkonazol	
dimetoát	profenofosz	metolkarb	fenpropatrin	propikonazol	
dimetilvinfosz	propetamfosz	oxamil	fenvalerát	tebukonazol	
diszulfoton	protiofosz	pirimikarb	flucitrat	tetrakonazol	
EPN	piraklórfosz	propoxur	flumetrin	triadimefon	
etion	piridafention	tiodikarb	tau-fluvanilat	triadimenol	
etoprop(hosz)	kinalfosz	tiofanox	halfenprox	tritikonazol	
famfur	szulfotep	timetakarb	imiprotrin	vorikonazol	
fenamifosz	tebupirimfosz	XMC	permetrin		
fenitrotrion	temefosz	xililkarb	fenotrin		
fention	terbufosz		pralletrin		
fosztiazát	tetraklórvinfosz		rezmetrin		
heptenofosz	tiometon		szilafluofen		
izofenfosz	triazofosz		teflutrin		
izopropil	triklórfon		tetrametrin		
O-szalicilát	vamidotion		tralometrin		
izoxation	benszolid		transzflutrin		
malation	posztebupirim		ZXI 8901		
mekarban	pirimifosz-metil				
metamidfosz	tribufosz				

hatás pontos megítélése igen komplex feladat és jelenleg a becslési módszerek finomításán számos kutató csoport dolgozik (EFSA 2006). Számításainkat a FAO/WHO Szakértői Bizottsága által alkalmazott egyszerűsített modellel végeztük, mely szerint a kumulatív expozíció az egyes számú komponensre ( $C_{K1}$ ):

$$C_{K1} = C_1 + C_2 \frac{ARfD_1}{ARfD_2} + C_3 \frac{ARfD_1}{ARfD_3} + \dots + C_n \frac{ARfD_1}{ARfD_n}$$

Az egyenletben a  $C_1$ – $C_n$  értékek az egy min-tában előforduló szermaradékok mért koncent-

rációi az ArfD-értékek pedig a növényvédő szerek akut referenciadózisai.

Például egy mandarinmintában előforduló szermaradék kumulált expozíciójának számítását a 8. táblázat szemlélteti.

A Magyarországon a 2004–2005. években végzett szermaradék-vizsgálati eredmények alapján számított kumulatív expozíció és az ARfD viszonyát a 3. táblázat mutatja.

Tekintve, hogy a gyermekek, testsúlyukra vonatkoztatva, arányaiban nagyobb mennyiségű élelmiszert fogyasztanak, különös figyelmet

## Példa az egy mintában előforduló szermaradékok összegzésére a kumulatív expozíció számítására

	ARfD mg/kg-tt	R mg/kg	%ARfD	
			Felnőtt	Gyermek
Klórpirifosz	0,1	0,12	1	4
Malation	0,1	0,19	2	6
Metidation	0,01	0,6	60	190
$C_{K(\text{malation})} = 0,19 \text{ mg/kg} + 0,12 \cdot 0,1/0,1 \text{ mg/kg} + 0,6 \cdot 0,1/0,01 \text{ mg/kg} = \mathbf{6,31 \text{ mg/kg}}$			70	200
$C_{K(\text{metidation})} = 0,6 \text{ mg/kg} + 0,12 \cdot 0,01/0,1 \text{ mg/kg} + 0,19 \cdot 0,01/0,1 \text{ mg/kg} = \mathbf{0,631 \text{ mg/kg}}$			70	200

kell fordítani a rövid időn belüli ( $\leq 1$ nap) növényvédőszermaradék-terhelésükre. A határértéket meghaladó szermaradékot tartalmazó 127 szermaradéktermék párból az ARfD-vel egyenlő vagy annál nagyobb terhelés 25 esetben fordult elő: alma (3), citrom (2), fejes saláta (2), paradicsom (1), grapefruit (2), kínai kel (1), narancs (4), mandarin (4), paprika (3), és uborka (2). Az ARfD-nél több szermaradék 11 esetben több vegyület együttes jelenlétéből származott. Figyelemre méltó, hogy 2 mintában 4 foszfor-savészter (narancs: klórpirifosz, diazinon, dime-toát és malation, illetve mandarin: klórpirifosz, fenitrothion, malation és pririmifosz-metil), két mintában pedig két különböző hatásmódú készítmény két-két képviselője is előfordult (alma: klórpirifosz, dimetoát + cipermetrin, eszfen-valerát, illetve zöldpaprika: diazinon, metilpara-tion + deltametrin, cihalotrin).

## A vizsgálati prioritások meghatározása

A rendelkezésre álló vizsgálati kapacitások optimális kihasználásához és a vizsgálandó minták számának meghatározásához szükség van a termékek szermaradék-tartalmából adódó kockázatok becslésére és relatív fontossági sor-rendjének meghatározására. Az átfogó általános ellenőrzés során vizsgálandó termékek rangsoroláskor elsődlegesen három tényezőt veszünk figyelembe: a fogyasztók akut és krónikus expo-zícióját, valamint azt, hogy a forgalomba kerülő élelmiszerek milyen valószínűséggel felelnek meg az engedélyezett határértéknek. Az elemzés a növényvédőszer-engedélyezés fázisában a szerkísérleti és toxikológiai vizsgálatok ered-

ményei alapján végezhető el. A szerek gyakorla-ti felhasználását követően pedig a rendelkezésre álló monitoring vizsgálatok eredményei kiegészítik, illetve bizonyos idő után felváltják a szer-kísérleti eredményeket.

Mint azt az első részben bemutattuk, a szer-maradékok területek közti eloszlása igen tág ha-tárok között változik. Az engedélyezett határértéket a terméktől függően többnyire 6–20 szer-kísérlet eredménye alapján becsülik, s ez nyil-vánvalóan nem elegendő a szermaradék-elosz-lás pontos megítélésére és az annak megfelelő határérték meghatározására. A szerkísérleti eredmények a szermaradékok halmazából vett véletlen mintának tekinthetők. A kis elemszámú véletlen mintavétel elkerülhetetlen hibájából adódóan, a szerkísérleti eredmények alapján be-csült maximális szermaradék (MRL) viszonya a szermaradékok valódi halmazának eloszlásához ennek megfelelően tág határok között változhat.

A szerek gyakorlati felhasználását követően végzett monitoring vizsgálatok eredményei alapján következtethetünk arra, hogy az engedé-lyezett határérték betartásának mi a valószínű-sége. A lehetséges viszonyokat a 4. ábra szem-lélteti.

A vizsgálandó szermaradékok és termékek rangsoroláskor alkalmazható súlyozó faktort a következő paraméterek figyelembevételével számíthatjuk:

(a) A rendelkezésre álló monitoring vizsgálati eredmények számának ( $N$ ) figyelembevétele

az

$$1 - \beta_t = \beta_p^n$$

összefüggéssel (Ambrus 2007) az első részben megfogalmazott kiindulási alapfeltételezés (a határértéket 2%-nál nagyobb gyakorisággal meghaladó szermaradék-eloszlások feltárására) megválaszoló valószínűsége,  $\beta_t$ , alapján történik.

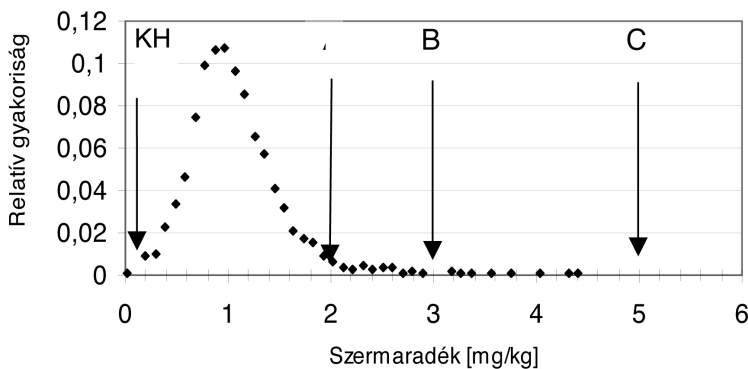
A forgalomba kerülő termékben előforduló szermaradékokból álló halmaz (melynek paraméterei ismeretlenek) 98%-os percentilisének,  $\beta_p$ , nagyobb szermaradék detektálásának valószínűsége  $\beta_t$ . Például, ha 114 minta vizsgálati eredménye áll rendelkezésre, akkor 90%-os annak a valószínűsége, hogy legalább egy minta szermaradék-tartalma a 98% percentilisének nagyobb lesz. Ennek megfelelően, ha 114 véletlenszerűen kiválasztott kezelt területről vett minta nem tartalmaz határérték feletti szermaradékot, akkor 90%-os valószínűséggel állíthatjuk, hogy az alkalmazott termelési, növényvédelmi gyakorlat esetén a kezelt tételeknek kevesebb mint 2%-a tartalmazhat a határértéket meghaladó szermaradékot. Ha kevesebb minta vizsgálati eredménye áll rendelkezésre, akkor kisebb valószínűséggel,  $\beta_t$ , tudjuk becsülni a termelési gyakorlat megfelelőségét az engedé-

lyezett határértéknek, illetve fordítva. A további ellenőrzésekben szükséges mintavizsgálatok számát jelző faktor,  $f_m$ , fordítottan arányos a  $\beta_t$ -vel:

$$f_m = 100 - \beta_t.$$

#### (b) A szermaradék eloszlása

Az alkalmazott mezőgazdasági gyakorlat megfelelősége (az engedélyezett határértéket nem vagy csak < 2%-ban meghaladó szermaradékok jelenléte) ellenőrzési gyakoriságának megítélésekor figyelembe kell vennünk a szermaradékok eloszlását és határértékhez való viszonyát is (4. ábra). A szermaradék-eloszlás jellemzésére a konkrét szermaradék-értékeknek ( $R_i$ ) az engedélyezett határértékre (T) normalizált formáját ( $R_i/T$ ) alkalmazzuk, mely lehetővé teszi a különböző átlagos koncentrációeloszlások összehasonlítását. Ha a KH a határértékhez közel esik, akkor nem tudjuk az eloszlást helyesen becsülni, mert a szermaradékok zömének valódi értéke nem állapítható meg. Ezért az eloszlás megítélésekor az  $R_i < KH$  értékeket is fi-



4. ábra. A szermaradék [mg/kg] területek közti eloszlásának, a kimutatási határnak (KH) és az engedélyezett határértéknek a viszonya

A eset: A határérték (2 mg/kg) és a határérték fele közti tartományban a szermaradékok csaknem 40%-a található. A határértéket meghaladó szermaradék valószínűsége 4,9%.

B eset: A határérték (3 mg/kg) és a határérték fele közti tartományban a szermaradékok 14%-a található. A határértéket meghaladó szermaradék valószínűsége 1,3%.

C eset: A határérték (5 mg/kg) és a határérték fele közti tartományban a szermaradékok 2,3%-a található. A határértéket meghaladó szermaradék valószínűsége 0,2%.

Megjegyzés: A határérték megválasztásától függetlenül a szermaradék-eloszlás valamint a fogyasztót érő szermaradék-expozíció változatlan.



gyelemben kell venni. Az engedélyezett határértéknek való megfelelést az  $f_p$  faktorialis fejezzük ki:

$$f_p = \frac{100 \times \sum_{i=1}^N R_i}{N \times T}$$

Az egyenletben az  $R_i$  a mért szermaradék (ha  $R_i < KH$  akkor  $R = KH$ ),  $N$  az adott szermaradéokra vizsgált minták száma,  $T$  az engedélyezett szermaradék-határérték.

A két faktor összege adja meg az adott szermaradék-termék páros határérték megfelelésének ellenőrzéséhez szükséges vizsgálatok súlyozásához alkalmazható faktort ( $F_M = f_m + f_p$ ).

A faktorok érzékenyen reagálnak a különböző gyakorlatban előforduló helyzetekre, és kellő támpontot adnak a vizsgálatok súlyozására, melyre példákat a 9. táblázat ad.

A prioritások végleges meghatározásakor természetesen figyelembe kell venni az akut és krónikus expozíció értékét is.

### A vizsgálati eredmények értékelése

A fogyasztók egészségének a védelme, valamint mezőgazdasági termékeink gazdasági versenyképességének és piaci pozíciója megtartásának elősegítése szükségessé teszi, hogy a magyar termékek maradéktalanul és megfelelő szá-

9. táblázat

**Az engedélyezett határérték ellenőrzéséhez szükséges vizsgálatok súlyozásához alkalmazott faktor függése a vizsgálati körülményektől**

Termék	Hatóanyag	N db	KH mg/kg	R>T db	T mg/kg	$R_{max}$ mg/kg	$R_{max}/T$	$f_m$	$f_p$	$F_M$
<b>A eset</b>										
Paprika	metamidofosz	342	0,01	35	0,01	2,41	241,0	0	460	460
Körte	imazalil	18	0,10	1	0,01	0,4	40,0	70	278	347
Kivi	ditiokarbamátok	31	0,05	1	0,05	0,4	8,0	53	123	176
Uborka	metomil	95	0,05	1	0,05	0,94	18,8	16	154	170
<b>B eset</b>										
Málna	permetrin	3	0,01	0	0,05	0,09	1,8	94	73	167
Karfiol	karbendazim	9	0,02	1	0,10	0,38	3,8	83	60	143
Paradicsom	pirimetanil	24	0,02	1	0,05	0,282	5,6	62	62	123
<b>C eset</b>										
Citrom	endoszulfán	137	0,01	0	0,50	0,01	0,0	6	2	8
Fejes saláta	foszalon	225	0,01	0	1,00	0,04	0,0	1	1	2
Paprika	rézvegyületek	241	0,01	0	10,00	0,72	0,1	1	0,2	1

Megjegyzések:  $N$  = az adott minta szermaradékpárra vizsgált minták száma;  $KH$  = kimutatósi határ (mg/kg);  $T$  = engedélyezett szermaradék-határérték;  $R_{max}$  = maximális mért szermaradék;  $f_m$ ,  $f_p$ ,  $F_M$  = súlyozó faktorok.

Magyarázat:

**A eset** ( $f_p$  kiugróan nagy): (a) elegendő vizsgált minta, a határértéket meghaladó minták gyakorisága elfogadható (1%), de a  $T$  és  $KH$  értékek azonosak és az  $R_{max}/T$  érték igen nagy (paprika–metamidofosz,).

(b) Nincs határérték (a számítás az EU általános kizáró  $KH = T = 0,01$  mg/kg értékkel történt), a jelentett  $KH$  nagyobb, mint az EU  $KH$  (körte–imazalil).

(c) A  $KH = T$  (kivi ditiokarbamátok),  $KH$  és  $T$  különbsége kicsi: a szermaradék-eloszlás biztonságosan nem ítéhető meg (uborka–metomil).

**B eset** (közepes  $f_p$ ): a nagy  $F_M$  jelzi, hogy nem volt elegendő a mintavizsgálat ahhoz, hogy a szermaradék-eloszlás biztonságosan becsülhető legyen (málna – permetrin; karfiol–karbendazim, paradicsom–pirimetanil).

**C eset** (kis  $F_M$ ): a  $KH$  lényegesen kisebb mint a  $T$ ,  $R_{max}/T \ll 1$ ,  $N > 114$ ; összességében vizsgálati eredmények elegendőek az adott növényvédő szernek a jelzett termékekben történő biztonságos felhasználásának megítélésére.

mú mérési eredménnyel bizonyítottan kielégítsek az élelmiszer-biztonsági követelményeket, és megfeleljenek az európai uniós határérték-előírásoknak. Az engedélyezett határértékeknek megfelelő termékek az egyidejűleg jelenlévő növényvédőszer-maradékok kumulatív expozíciója miatt nem minden esetben felelnek meg az élelmiszer-biztonsági követelményeknek. Ezért a forgalomba kerülő termékek szermaradék-tartalmát mindkét szempont szerint elemezni és értékelni kell.

Az engedélyezett határértéknek 100%-ban megfelelő terméket biztosító termelési és növényvédelmi gyakorlat statisztikailag megalapozott ellenőrzése és igazolása 100%-os bizonyossággal elvileg nem, a gyakorlatban csak igen nagy mintaszámmal lenne lehetséges, ami általánosan nem alkalmazható (pl. 99,9%-os szinten legalább 6905 véletlenszerűen vett minta vizsgálatára lenne szükség egy adott szermaradékra).

Az első részben, általános megközelítésként, a növényvédőszer-maradékok tételek közötti eloszlásának felső 98%-os percentilisének 95%-os biztonsággal történő becslését javasoltuk mint egy, a gyakorlatban elfogadhatónak és kivitelezhetőnek tekinthető kockázatkezelési stratégiát, melyhez csupán 148, véletlen mintavételre alapuló, vizsgálati eredmény szükséges. Ha az ellenőrzött termék szermaradék-tartalmával kapcsolatban a hazai vagy uniós vizsgálatok problémát nem jeleznek, és a termék fogyasztása csak feldolgozott formában vagy igen kis mennyiségben történik, akkor alacsonyabb biztonsági szint (például 85% és 70%) és annak megfelelően kisebb mintaszám (94, 60) is választható.

Természetesen a vizsgálati stratégia kialakítása, az elfogadhatónak tartott biztonsági szint meghatározása a kockázatbecslési eredmények ismeretében, a kockázatkezelő hatóság (Magyarországon az FVM Élelmiszerlánc-biztonsági, Állat- és Növény-egészségügyi Főosztálya valamint a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ illetékes Igazgatóságai) feladata és felelőssége. A gyakorlatban előfordulhatnak olyan esetek, amikor a javasolt általános stratégia nem megfelelő, például akut toxicitási koc-

kázat esetén vagy különleges piaci elvárásoknak (az USA egyes termékeknél 99%-os megfelelést vár el) megfelelő termelési gyakorlat igazolásához. A különleges feltételeknek megfelelő mintaszámok meghatározásához alkalmazható módszert az első részben ismertettük.

A megfelelő biztonságu becsléshez szükséges minták száma a forgalomba kerülő tételek számától függ, ami 1000-es tétel fölött már alig változik [például a 98%-os percentilis 95%-os becsléséhez 1000 tételnél 129, 5000 tételnél 144, és végtelen számú tételnél 148 minta kell (CAC 2003)]. Ha figyelembe vesszük, hogy csupán Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében mintegy 30 000 regisztrált almatermesztő van, akiknek minden táblájáról származó gyümölcs külön tételnek számít, könnyű belátni, hogy **elvében hibás az az állítás és javaslat**, hogy a vizsgálandó minták száma az ország lakosságával csaknem arányosan változik. A kockázatkezelő hatóságnak a felelőssége megbizonyosodni arról, hogy függetlenül a lakosság számától, a forgalomba kerülő tételek nem jelentenek akut toxicitási kockázatot, és a lakosság minden rétege egyaránt biztonsággal fogyaszthatja a forgalomba kerülő élelmiszereket, beleértve a kisgyermeket és a legyengült beteg embereket is!

A 2004–2005 időszakban végzett vizsgálatok eredményeit, a fogyasztói és piaci elvárások figyelembevételével, a következő elvek alkalmazásával elemeztük, és teszünk javaslatot a következő időszakban végrehajtandó vizsgálatok körére, illetve a figyelemmel kísérendő/megoldandó termelési technológiai problémákra.

A tapasztalatok és javaslatok röviden összefoglalva a következők.

### ***Különös figyelmet, kiemelt és vagy fokozott vizsgálati számot igénylő termék-szermaradék kombinációk***

#### *Acut toxikológiai kockázatot jelentő estek*

A 3. táblázatban félkövér betűkkel nyomtatott termékek szermaradék-tartalma több esetben igen jelentősen (200–2300%) meghaladta az ArfD-értéket (alma, burgonya, citrom, fejes

saláta, grapefruit, kínai kel, mandarin, narancs, paprika, paradicsom és uborka). A magyar fogyasztók, különös tekintettel a gyermekekre, védelme indokoltá teszi, hogy ezekben a termékekben a szermaradék-eloszlás legalább 99%-át 99%-os valószínűséggel feltárjuk, ehhez legalább 459 véletlenszerűen kiválasztott különböző tétel vizsgálata szükséges. A vizsgálatokat optimális esetben úgy kellene szervezni, hogy a vizsgálati eredmény még a tételek szétosztása előtt rendelkezésre álljon, és ha szükséges, intézkedni lehessen a termék forgalmi korlátozására.

Külön figyelmet kell fordítani az egymás mellett előforduló szermaradékok azonosítására és mennyiségi meghatározására, hogy kellő adatbázisunk legyen a kumulatív expozíció megbízhatóbb becslésére.

Az eddigi vizsgálati eredmények alapján kockázatot jelentő szermaradékok nagy része a magyar növényvédelmi hálózatban alkalmazott multi-residue módszerrel meghatározhatók. Ki kell viszont egészíteni a vizsgálandó szermaradékok körét a toxikológiailag szignifikáns metabolitokkal (dimetoát: ometoát; endoszulfán: endoszulfán-szulfát; forát: oxigén analogjai, szulfoxidjai és szulfonjai; klórpiprifosz: TCP és konjugátjai; klórpiprifosz-metil: klórpiprifosz; TCP és konjugátjai; malation: mala-oxon és demetil-malation; metiokarb: szulfoxidjai és szulfonjai; pirimikarb: demetil pirimikarb és demetil-formamido-pirimikarb; vinklozolin: 3,5-diklóranilint tartalmazó összes metabolitja), melyek már egyedi módszereket igényelnek, és megduplázzák vagy megsokszorozzák a szükséges vizsgálatok számát. Vizsgálni kellene továbbá a teljes termék mellett a fogyasztásra kerülő mintarészben található szermaradékokat, ha arra nem áll rendelkezésre kellő megbízhatóságú kísérleti eredmény.

*Az engedélyezett határértéket meghaladó szermaradékokat tartalmazó termékek*

#### (a) Technológiai problémák

Elegendő vizsgálati eredmény áll rendelkezésre arra, hogy legalább 95%-os biztonsággal állíthassuk, hogy a határérték túllépését techno-

lógiai fegyelmezetlenség vagy hibás felhasználási előírás okozza az alma (metilparation), fejes saláta (klórtalonil), paprika (karbendazim és metomil), uborka (dimetoát) esetében.

Célszerű lenne a magyarországi felhasználáskor a termesztési technológiát felülvizsgálni, ha szükséges, a termelőket megfelelően tájékoztatni és technológia-ellenőrző termőhelyi vizsgálatok keretében éves szinten termékenként legalább 148 ismert kezeléssel rendelkező tétel szermaradéktartalmát ellenőrizni. A tapasztalatok alapján, ha szükséges, az engedélyezett felhasználási körülményeket módosítani kell.

#### (b) Bizonytalan esetek

A határértéknél több szermaradékokot tartalmazó esetek többségében (3. táblázat) nem áll rendelkezésre kellő számú vizsgálati eredmény annak eldöntésére, hogy az alkalmazott növényvédelmi technológia okozza-e a problémát. Ezekben az esetekben további fokozott ellenőrzésre (minimum 148 minta) van szükség magyar termékeknel a termőhelyen vett mintákból.

A vizsgált import termékek közül több esetben mértek a magyar laborok határértéket meghaladó szermaradékokat (burgonya, citrom, csemegegyök, fejes saláta, grapefruit, kínai kel, kiwi, körte, málna, mandarin, narancs, őszibarack, paprika, paradicsom, retek, szamóca, uborka).

Import termékek vizsgálatakor csak véletlen mintavétellel lehet a határértéket meghaladó szermaradékok szintjét és gyakoriságát meghatározni. Az import tételek kiemelt vizsgálatát a hazai eredetű termékek vizsgálatától elkülönítetten kell kezelni, mert az alkalmazott növényvédelmi technológia nem azonos. Ennek megfelelően, egy adott terméknél a termőhelyi és import mintaszám nem kombinálható.

*Újonnan bevezetett készítmények*

Az engedélyezett növényvédelmi technológia alkalmazásakor várható szermaradékszintet általában erősen korlátozott számú szerkísérlet alapján állapítják meg. Ezért szükséges kiemelt figyelmet fordítani az újonnan bevezetett készítményekkel kezelt termények szermaradék-tar-

talmának ellenőrzésére, az első években minimálisan 95% biztonsági szinten (148 minta termékenként).

### **Fokozottan vizsgálandó termék–szermaradék kombinációk**

#### *KH és az engedélyezett szermaradék határérték különbsége kicsi*

A kimutatási határ az engedélyezett határértékekkel közelítőleg azonos (1–3 szoros különbség) a következő kombinációkban (zárójelben a vizsgált minták száma): **citrom** – buprofezin (16), pirimikarb (70), **csemegeszőlő** – imazalil (157), **cseresznye + meggy** – acetamiprid (31), fenpropatrin (4), **fejes káposzta** – diazinon (5), **fejes saláta** – tolklofosz-metil (14), **grapefruit** – dimetoát, (55), **körte** – imazalil (18), **köszméte** – dimetoát (36), metidation (25), pirimetanil (25), **málna** – fenvalerát (3), lambda-cihalotrin (37), lindán (1), **mandarin** – difenokonazol (62), piridafention (9), pirimetanil, (51), **narancs** – dimetoát (184), eszfenvalerát (72), hexaklórbenzol (5), **paprika** – metamidofosz (342), triflumuron (1), **szamóca** – cimoxanil (3), **uborka** – dimetoát (343), diazinon (158), metilparation (172), **zöldbab** – dimetoát (31).

Ezekben a kombinációkban a vizsgált minták száma és a KH ~ T értékek miatt a helyes növényvédelmi gyakorlat a célzott valószínűséggel nem ítéhető meg. További fokozott számú vizsgálatra van szükség, lehetőleg alacsonyabb kimutatási határral.

### **Rendszeresen vizsgálandó termék–szermaradék kombinációk**

A termelési gyakorlat folyamatosan változik, melyet a termények szermaradék-tartalmának ellenőrzésével rendszeresen követni kell, hogy az esetleges szabálytalan felhasználásokat vagy technológiai problémákat felderíthessük, és a szükséges intézkedéseket megtehessek. Ha különös gyanú nem merül fel, az általános termelési gyakorlat ellenőrzését a jelentősebb mennyiségben fogyasztott termékeknél 85%-os (94 minta/termék), a közepes és kis mennyiség-

ben fogyasztott termékeknél 70%-os (60 minta/termék) biztonsági szinten javasoljuk végrehajtani. Ha a vizsgálatok potenciális problémát tárnak fel, akkor emelt számú minta vizsgálatával kell a helyzetet tisztázni, és a szükséges intézkedéseket megalapozni.

A korábbi évek vizsgálatai nem vagy csak minimális mintaszámmal terjedtek ki számos nyers és részben feldolgozott élelmiszerre, ezeket a *10. táblázatban* foglaltunk össze, ahol feltüntettük a vizsgálatokra javasolt minták számát a 2005–2007 időszakra. Az uniós csatlakozás miatt 2004-ben sok esetben megváltoztak a határértékek és azokkal együtt a technológiai előírások. Ezért a a magyar mezőgazdasági gyakorlat pontos megítélésére a 2005–2007-es időszakot célszerű figyelembe venni. Tekintve, hogy hosszabb időszak alatt a növényvédelmi technológiák, az engedélyezett határértékek és a felhasználható szerek jelentősen változhatnak, a mezőgazdasági gyakorlat megítélésére a jövőben is a 3 éves időszakból származó eredmények felhasználását tartjuk célszerűnek.

A 12 uniós tagország laboratóriumai 57 olyan zöldségben és gyümölcsben találtak határérték feletti szermaradékot (4,5%), melyeket a magyar laborok egyáltalán nem vagy csak igen kis számban vizsgáltak (*10. táblázat*). Tekintve, hogy e termékek közül számosat (ananász, avokádó, brazil dió, bors, datolya, sárgadinnyefélék, füge, gránátalma, guava, gyöngyhagyma, hosszú bab (long bean), karambola (csillaggyümölcs), kínai brokkoli (Chinese broccoli), koriander, licsi, lime, mazsola, menta, okra, papaja, passzió gyümölcs (golgotavirág-gyümölcs), perszimon, petrezselyem, rambután, savanyú narancs, spenót, szezám, tangerin, tea, zeller) Magyarországra is importálják, vizsgálati programba iktatásuk és rendszeres szűrőpróbaszerű vizsgálatuk (a *10. táblázatban* felsoroltak kivételével 60%-os biztonsággal, azaz minimum 45 mintával) indokolt lenne.

Ugyancsak figyelemmel kellene kísérni minden új beszerzési forrásból származó terméket (pl. Brazília, Dél-Afrika, Ecuador, Kenya, Namíbia stb.), mert azok szermaradék-tartalma eddig ismeretlen kockázatot vet fel, mint ahogy azt a közelmúltban az Egyiptomból származó szamóca példája is mutatja.

**Magyarországon eddig igen korlátozott számban vizsgált frissen fogyasztott vagy minimálisan feldolgozott termékek és a jövőben javasolt minta számuk**

Termék	Vizsgálati szám		Termék	Vizsgálati szám		Termék	Vizsgálati szám	
	2005	Javasolt <sup>1</sup>		2005	Javasolt		2005	Javasolt
Ananász	1	60	Egyéb salátafélék <sup>2</sup>	1	60	Mangó	2	148
Apró uborka (gherkins)	1	94				Olajtökmag	14	60
Árpa	2	94	Endívia	2	148	Őszibarackvelő	1	148
Avokádó	1	60	Fokhagyma	8	60	Petrezselyemzöld	3	60
Birsalma	3	60	Földimogyoró		94	Petrezselyemgyökér	1	60
Borsó száraz	9	60	Görögdinnye	19	94	Pisztácia		60
Borszóló	5	94	Körtevelő	1	148	Póréhagyma	2	60
Búzakorpa	8	60	Kukorica		60	Rizs hántolt	7	60
Cékla	1	60	Kukoricaliszt	1	60	Torma	1	60
Cukorréptest	12	0	Lencse		60	Zab	1	94
Édesburgonya	1	60	Mák	6	60	Zellerlevél	1	60

Megjegyzések:

<sup>1</sup> A javasolt mintaszámba beleértjük a 2005-ben és 2006-ban vizsgált minták számát. Tehát a következő időszakban azokkal csökkentett számú minták vizsgálatát javasoljuk a programba iktatni. A vizsgálatokat ki kell terjeszteni az EU-ban engedélyezett szerekre és a harmadik országokból származó mintákban a tagországok laboratóriumaiban talált szermaradékokra. Ha 2006-ban valamelyik termékben határértéket meghaladó szermaradékot mértek valamelyik EU-s laboratóriumban, azokra a javasolt mintaszámok helyett a minimálisan 95%-os biztonságot adó 148 minta vizsgálatát kell tervezni.

<sup>2</sup> Mivel leveles zöldségekben rendszeresen mértek a határérték sokszorosát meghaladó szermaradékot, ebben a csoportban termékféleségeknél értendő a minimálisan 60-as mintaszám.

A fűszerek vizsgálatára eddig Magyarországon igen korlátozott számba került sor. Az uniós tagországok tapasztalata alapján azonban jelentős hányaduknál az Unióban nem engedélyezett szer felhasználására és jelentős szermaradékszintekre lehet számítani, s ez indokoltá teszi e termékek vizsgálatba vonását.

**Gyanú esetén vagy speciális céllal vizsgálandó termék-szermaradék kombinációk**

Az eddigi vizsgálatok alapján megnyugtatónak látszik néhány termék és szermaradékok koncentrációja. A 11. táblázatban felsorolt termék-szermaradék kombinációkra egyedi módszerrel, vagy azokban a laboratóriumokban, ahol nincs LC/MS készülék, csak gyanú esetén szükséges vizsgálni.

**Metodikai kérdések**

A vizsgálatok megbízható elvégzéséhez javítani kellene a metamidofosz, metilparation,

buprofezin, difenokonazol, foszmet, fenpropatrin, tolklofosz-metil, diazinon, pirimetanil, lambda-cihalotrin, difenokonazol, foszmet, piridafention, pirimetanil, tolifluanid kimutatási határát minimálisan 0,005 mg/kg-ra csökkentve és az imazalilét 0,01 mg/kg-ra.

**Az eredmények összefoglalása**

A magyar mezőgazdasági termelésben évente felhasznált mintegy 20 000 tonna növényvédő szer okszerű felhasználásának szabályozása, valamint a megtermelt terményekben, a környezet elemeiben maradó szermaradékok ellenőrzése alapvető társadalmi és gazdasági érdek, és az élelmiszer-biztonsági célkitűzések valamint a biztonságos piaci értékesítés megvalósításának alapvető feltétele. A hazai eredetű és az import élelmiszerek szermaradék-tartalmának ellenőrzésével lehet és kell igazolni, hogy a forgalomba kerülő termékek megfelelnek a vonatkozó határérték-előírásoknak, és biztonsággal fogyaszthatók.

## Csak gyanú esetén vizsgálendő termék–szermaradék kombinációk

	Vizsgálati módszer		
	Egyedi	LC/MS vagy egyedi	GCmulti
Alma	ditiokarbamátok, rézvegyületek	diflubenzuron, karbendazim, pirimetanil, teflubenzuron	cipermetrin, fenarimol, folpet, kaptán, klórtalonil, lambda-cihalotrin, penkonazol
Banán		tiabendazol, teflubenzuron	
Burgonya	rézvegyületek		
Citrom	ditiokarbamátok		brómpropilát, cipermetrin, endoszulfán, lambda-cihalotrin, pirimifosz-metil, miklobutanil
Csemegeeszőlő	ditiokarbamátok	azoxistrobin, karbendazim, pirimetanil, metomil	brómpropilát, cipermetrin, fenarimol, fentrotion fenpropatrín, krezoxim-metil, miklobutanil, penkonazol
Fejes saláta	ditiokarbamátok	azoxistrobin, karbendazim, metomil	
Mandarin	ditiokarbamátok	karbendazim	brómpropilát, miklobutanil, pirimifosz-metil
Narancs		karbendazim, tiabendazol	
Paprika	ditiokarbamátok, rézvegyületek	azoxistrobin,	vinklozolin
Paradicsom	ditiokarbamátok, rézvegyületek	azoxistrobin, metomil	miklobutanil
Uborka	rézvegyületek	azoxistrobin, karbendazim	

A forgalomba kerülő termékek statisztikailag megalapozott ellenőrzése és annak igazolása, hogy a vonatkozó előírásoknak 100%-os bizonyossággal megfelelnek, elvileg sem lehetséges. A 100%-hoz közeli 99,9%-os szintű ellenőrzéshez is termékenként legalább 6905 véletlenszerűen vett minta vizsgálatára lenne szükség, ami általános gyakorlatként megvalósíthatatlan.

Az ellenőrzésekhez szükséges minták száma 5000 tétel felett már független a tételek számától. Ezért elméletileg hibás az állítás, hogy az ellenőrzések mintaszáma az ország lakosságával arányos.

A nemzetközi tapasztalat, valamint a laboratóriumi vizsgálatok anyagi technikai vonatkozásainak figyelembevételével alapállásként olyan

ellenőrzési stratégia alkalmazását javasoljuk, mely 95%-os biztonsággal lehetővé teszi annak igazolását, hogy a forgalomba kerülő frissen fogyasztott zöldségek és gyümölcsök legalább 98%-a megfelel a növényvédőszermaradék-határértéknek. Ennek igazolására általános ellenőrzés keretében legalább 148 véletlenszerűen kiválasztott tételből vett minta vizsgálatára van szükség egy 3 éves időszak folyamán. Ha a megvizsgált minták nem tartalmaznak határérték feletti szermaradékot, akkor 95%-os biztonsággal állíthatjuk, hogy a forgalomba került termékek legalább 98%-a megfelel a határérték-előírásoknak. Hosszabb időszak eredményeinek figyelembevétele nem javasolható, mert félrevezető eredményekhez vezethet a termelési és növényvédelmi gyakorlat változásai miatt, és a problé-

**A forgalomba kerülő tételek megfelelőségének megítéléséhez szükséges minták száma, az ellenőrzés fontossági súlya valamint a kiemelten vizsgálendő szermaradékok a 2004–2005 időszakban végzett vizsgálatok alapján**

	N	Akut M <sup>1</sup>	Akut I <sup>2</sup>	Techn <sup>3</sup>	Gen E <sup>4</sup>	FM <sup>5</sup>	A mintákban külön keresendő szermaradékok <sup>6</sup>
Alma	251	459	459	148		162	alfa-cipermetrin, brómpropilát, diflovidazin, dimetoát, eszfenvalerát, fluquinonazol, fluzilazol, imazalil, indoxakarb, lufenuron, metamidofosz, metilparation, metomil, metoxifenozid, pirimetanil, tiabendazol, tiametoxam, triflumuron
Almaszúrtermény/almalé <sup>7</sup>	1				148	100	
Bab száraz <sup>8</sup>	23				94	80	
Banán	90				148	108	brómpropilát, fenitroton, imazalil, karbendazim, kinalifosz, klórpirifosz, metidation, o-fenil-fenol, oxamil, tiabendazol, vinklozolin
Brokkoli	12			148	94	140	azoxistrobin, deltametrin, diazinon, diklórfosz, ditiokarbamátok, karbendazim, metomil
Burgonya (áru)	62	459		148	94	145	dimetomorf, fipronil, imazalil, karbendazim, klórprofám, pendikuron, tiabendazol
Búzaszem <sup>8</sup>	54				94	40	
Citrom	186		459		148	791	azoxistrobin, buprofezin, diazinon, difenokonazol, diklofluamid, fenitroton, folpet, foszfamidon, foszmet, imazalil, iprodion, kaptán, karbendazim, klórpirifosz, klórpirifosz-metil, malation, metidation, metilparation, metomil, mevinfosz, o-fenil-fenol, oxamil, permetrin, pirimikarb, prokloráz, spiroxamin, tiabendazol, triazofosz, vinklozolin,
Citromfélék, egyéb <sup>9</sup>	1				94	100	
Csemegekukorica <sup>8</sup>	46				60	60	
Csemegeeszőlő	195		148	148	148	260	acetamiprid, azoxistrobin, cimoxanil, ciprodinil, diazinon, diklofluamid, dimetoát, dimetomorf, dinikonazol, ditiokarbamátok, fenarimol, fenazaquin, fenitroton, fluzilazol, folpet, imazalil, iprodion, kaptán, karbendazim, kinalifosz, klórpirifosz, metidation, metilparation, metomil, paration, permetrin, piriclaben, propikonazol, quinoxifen, rézvegyületek, teflubenzuron, tetrakonazol, tolifluamid, trifloxistrobin
Cseresznye	25			148	148	2300	acetamiprid, diazinon, diflubenzuron, ditiokarbamátok, fenhexamid, fenitroton, fenpropatrin, kaptán, lambda-cihalotrin, miklobutanil, penkonazol
Cukkini <sup>8</sup>	28				94	100	

A 12. táblázat folytatása

	N	Akut M <sup>1</sup>	Akut I <sup>2</sup>	Techn <sup>3</sup>	Gen E <sup>4</sup>	FM <sup>5</sup>	A mintákban külön keresendő szermaradékok <sup>6</sup>
Fejes káposzta	53				148	140	cipermetrin, deltametrin, diazinon, diklórfosz, dimetoát, ditiokarbamátok, fenitroton, folpet, kaptán, lambda-cihalotrin, pirimikarb, teflubenzuron,
Fejes saláta	122				148	100	
Fejes saláta üvegházi	58	459	148	148		268	brómpropilát, diazinon, dimetoát, endoszulfán, fenhexamid, fenhexamid, foszetil-alumínium, foszfamidon, klórtalonil, metomil, permetrin, propamokarb, propikonazol
Görögdinnye <sup>8,10</sup>	19				94	100	
Grapefruit	58	459			148	103	azoxistrobin, brómpropilát, cipermetrin, DDT, diazinon, dikofol, dime-toát, ditiokarbamátok, endoszulfán, fenhexamid, fenitroton, foszalon, imazaili, kaptán, karbendazim, kinalfosz, klórpirifosz, klórpirifosz-metil, malatión, metalaxil, metidation, metilparatión, o-fenil-fenol, oxamil, penkonazol, pirimifosz-, etil, tiabendazol, vinklozolin
Jégsaláta <sup>9,11</sup>	5				148	100	
Kajsziabarack	64		148	148	148	110	cipermetrin, ciprodinil, deltametrin, diazinon, ditiokarbamátok, eszfen-valerát, fenhexamid, folpet, foszalon, iprodion, kaptán, karbendazim, klórtalonil, lambda-cihalotrin, penkonazol, pirimikarb, procimidon, réz-vegyületek, tebukonazol, vinklozolin,
Karalábé	31				94	80	diklórfosz, ditiokarbamátok, karbendazim
Karfiol	54		148	148	94	143	
Kelbimbó <sup>12</sup>	1				60	80	
Kelkáposzta	40				94	75	azoxistrobin, cipermetrin, deltametrin, ditiokarbamátok, lambda-cihalotrin
Kínai kel	12			148	94	111	cipermetrin, diazinon, diklórfosz, ditiokarbamátok, kaptán, lambda-cihalotrin, metilparatión, vinklozolin,
Kívi	33		148	148		176	ditiokarbamátok, fenhexamid, iprodion, karbendazim, klórpirifosz, klórpirifosz-metil, metilparatión, oxamil, vinklozolin,
Körte	82	459	459			62	brómpropilát, cipermetrin, deltametrin, difenokonazol, diflubenzuron, ditiokarbamátok, endoszulfán, fenarimol, fenitroton, folpet, foszalon, foszmet, iprodion, kaptán, karbendazim, klórpirifosz, penkonazol, pirimetanil, pirimifosz-metil, pirimikarb, procimidon, tiabendazol, tolfifluanil, vinklozolin,
Köszméte	25			148	94	264	azoxistrobin, dimetoát, ditiokarbamátok, endoszulfán, fenarimol,



A 12. táblázat folytatása

	N	Akut M <sup>1</sup>	Akut I <sup>2</sup>	Techn <sup>3</sup>	Gen E <sup>4</sup>	FM <sup>5</sup>	A mintákban külön keresendő szermaradékok <sup>6</sup>
Málna	37			148	148	298	foszalon, kaptán, kinalfosz, krezoxim-metil, lambda-cihalotrin, metidation, pirimetanil,
Mandarin	138		459			33	bifentrin, cipermetrin, deltametrin, dikofol, folpet, imazalil, karbendazim, ambda-cihalotrin, lindán, permetrin, pirimetanil,
Meggy	45				148		kinalfosz, metalaxil, penkonazol, triadimefon, acetamiprid, diazinon, diflubenzuron, ditiokarbamátok, fenhexamid, enitrotron, fenpropatrin, kaptán, lambda-cihalotrin, miklobutanil, penkonazol
Napraforgószem <sup>8,13</sup>	72				60	40	
Narancs	120	459				290	azoxistrobin, deltametrin, diazinon, dikofol, dimetoát, ditiokarbamátok, eszfenvalerát, forát, foszalon, foszfamidon, hexaklórbenzol, imazalil, karbendazim, kinalfosz, klórfenvinfosz, klórpírifosz, klórpírifosz-metil, krezoxim-metil, malation, metalaxil, metidation, metilparaton, metomil, mevinfosz, o-fenil-fenol, oxamil, penkonazol, procimidon, prokloráz, tiabendazol, tolifluanid, vinklozolin
Nektarin	9				148	107	ditiokarbamátok, fenarimol, fenpropatrin, foszalon, klórpírifosz, klórpírifosz-metil, metidation, procimidon
Őszibarack	64			148	148	94	bifentrin, cipermetrin, difenokonazol, diklórfosz, dimetoát, ditiokarbamátok, fenhexamid, foszalon, iprodion, kaptán, karbendazim, klórpírifosz, lambda-cihalotrin, penkonazol, pirimikarb, procimidon, réz-vegyületek, tiametoxam, vinklozolin
Padlizsán	37				94	81	ditiokarbamátok, iprodion, metomil, procimidon
Paprika	361			148	148	1198	brómpropilát, dimetoát, folpet, kaptán, karbendazim, klórpírifosz-metil, malation, metamidofosz, metiokarb, metomil, penkonazol, piridaben, propamokarb, tiametoxam, triflumuron
Paprika üvegházi	88	459	459			1198	brómpropilát, dimetoát, folpet, kaptán, karbendazim, klórpírifosz-metil, malation, metamidofosz, metiokarb, metomil, penkonazol, piridaben, propamokarb, tiametoxam, triflumuron
Paprika, fűszer <sup>14</sup>	38				94		brómpropilát, dimetoát, folpet, kaptán, karbendazim, klórpírifosz-metil, malation, metamidofosz, metiokarb, metomil, penkonazol, piridaben, propamokarb, tiametoxam, triflumuron
Paradicsom	216			148	148	123	alfa-cipermetrin, cipermetrin, dimetoát, endoszulfán, fenhexamid,

A 12. táblázat folytatása

	N	Akut M <sup>1</sup>	Akut I <sup>2</sup>	Techn <sup>3</sup>	Gen E <sup>4</sup>	FM <sup>5</sup>	A mintákban külön keresendő szermaradékok <sup>6</sup>
Paradicsom üvegházi	48	459	459				fenhexamid, folpet, foszfamidon, krezoxim-metil, metomil, mevinfosz, oxamil, penkonazol, pirimetanil, teflubenzuron, tiametoxam, vinklozolin, alfa-cipermetrin, cipermetrin, dimetoát, endosulfán, fenhexamid, folpet, foszfamidon, krezoxim-metil, metomil, mevinfosz, oxamil, penkonazol, pirimetanil, teflubenzuron, tiametoxam, vinklozolin, bifentrin, cipermetrin, diazinon, ditiokarbamátok, folpet, kaptán, karbendazim, lambda-cihalotrin, teflubenzuron, vinklozolin
Retek	71			148	94	218	
Ribizke <sup>8</sup>	7				94		
Ribizke (fekete) <sup>8</sup>	8				94		
Rizs hántolatlan <sup>8</sup>	18				60		
Sárgadinnye <sup>8</sup>	14				148		
Sárgarépa	54				94	68	diklofluamid, ditiokarbamátok, klórpifosz, vinklozolin
Sóska <sup>8</sup>	13				94		
Spenót <sup>8</sup>	19				94		
Számóca	61			148	148	627	azoxistrobin, cimoxanil, diklórfosz, ditiokarbamátok, endosulfán, fenarimol, fenhexamid, foszalon, kaptán, karbendazim, kresoxim-metil, malation, miklobutanil, permetrin, pirimetanil, procimidon, vinklozolin
Szeder tövis nélküj <sup>8</sup>	16				94		
Szilva	32			148	148	127	alfa-cipermetrin, amitráz, cipermetrin, deltametrin, diflubenzuron, ditiokarbamátok, endosulfán, folpet, foszalon, iprodion, karbendazim, lambda-cihalotrin, procimidon, tiametoxam, vinklozolin
Termeszett gombák <sup>8</sup>	38				148		
Tök <sup>8</sup>	1				94		
Uborka	133			148	148	170	acetamiprid, azoxistrobin, bifentrin, cimoxanil, deltametrin, diazinon, dimetoát, ditiokarbamátok, endosulfán, folpet, kaptán, klórtalonil, lufenuron, metalaxil, metilparation, metomil, penkonazol, propamokarb, teflubenzuron
Uborka üvegházi	39	459		148		170	acetamiprid, azoxistrobin, bifentrin, cimoxanil, deltametrin, diazinon, dimetoát, ditiokarbamátok, endosulfán, folpet, kaptán, klórtalonil, lufenuron, metalaxil, metilparation, metomil, penkonazol, propamokarb, teflubenzuron
Újburgonya <sup>15</sup>	13				148		

A 12. táblázat folytatása

	N	Akut M <sup>1</sup>	Akut I <sup>2</sup>	Techn <sup>3</sup>	Gen E <sup>4</sup>	FM <sup>5</sup>	A mintákban külön keresendő szermaradékok <sup>6</sup>
Vöröshagyma <sup>8</sup>	10				94		
Zöldbab (hüvellyel)	16			148	94	147	dimetoát, procimidon
Zöldborsó (fejlett) <sup>8,16</sup>					94	60	
Zöldborsó (hüvellyel) <sup>8</sup>	21				94	60	
Zöldhagyma <sup>8</sup>	1				60	60	

## Megjegyzések:

- N. : a 2005 évben vizsgált minták száma  
 N. : a 2005 évben vizsgált minták száma  
 1 Akut M: A Magyarországon termelt termények szermaradék-tartalma akut toxicitási kockázatának feltárására vizsgálandó célirányos termőhelyi vizsgálatok mintaszáma. A mintaszám a korábbi véletlenszerűen vett mintákkal nem korrigálható.  
 2 Akut I: Az import termékek szermaradék-tartalmának akut toxicitási kockázatának feltárására vizsgálandó minták száma.  
 3 A növényvédelmi technológiai problémák feltárására végzendő célirányos termőhelyi vizsgálatok mintaszáma.  
 4 Az 1–3 típusú vizsgálatok mintaszámait egymással nem helyettesíthetők, de megfelelő körülmények között helyettesíthetik a véletlen piaci ellenőrzések (4) mintáit. Ilyen esetekben piacellenőrzési minták nincsenek feltüntetve.  
 5 Az általános piaci ellenőrzések során vizsgálandó minták száma, melyből le lehet vonni a 2005–2006. években vizsgált minták számát.  
 6 A 2004–2005. évi vizsgálatok alapján számított súlyozási faktor a legkedvezőtlenebb termék–szermaradék-kombinációt figyelembe véve. Tekintve, hogy a mintákban lévő szermaradékok multi-residue módszerrel és a szükséges egyedi módszerekkel a technológiailag indokolt összes szermaradékra vizsgálni kell. A legkedvezőtlenebb esettel súlyozott fontossági sorrend biztosítja, hogy az összes vizsgált szermaradékra kellő számú vizsgálati eredmény fog rendelkezésre állni.  
 7 A felsorolt hatóanyagok a korábbi vizsgálati eredmények alapján potenciális kockázatot jelentenek, és nincs elegendő vizsgálati eredmény azok megbízható megítélésére. A mintákban keresendő szermaradékok nem jelentik a vizsgálandó vegyületek körének szűkítését. A mintákban lévő szermaradékok multi-residue módszerrel és a szükséges egyedi módszerekkel a technológiailag indokolt összes szermaradékra vizsgálni kell.  
 8 A gyümölcslevelek szermaradék-tartalmának ellenőrzése nagyon fontos, tekintve, hogy gyermekek és felnőttek egyaránt jelentős mennyiségben fogyasztják azokat. Az ipari értékesítésre szánt nyers termékek esetén, tekintve, hogy ezeket nem közvetlenül értékesítik, a felhasználási előírásokat nem mindig tartják be nagyon szigorúan. A vizsgálandó szermaradékok néhány kivételtől eltekintve azonosak a nyers termékekével. A részleteket a 3. rész tartalmazza.  
 9 A jelzett termékekben mérhető mennyiségben előforduló szermaradékok a 2004–2005. évi magyar vizsgálati eredményekből nem áll rendelkezésre információ.  
 10 Egyéb citrusfélékben az EU tagországok több esetben mérték határérték feletti szermaradékokat. A kis számú import tétel tételes vizsgálata lenne indokolt addig, amíg legalább 60 minta vizsgálatára nem került sor termékenként, tekintve, hogy részletes uniós vagy magyar eredmény nem áll rendelkezésre. A javasolt mintaszám becsült, a beérkező tételek számától függ. A vizsgálandó szermaradékok köre megegyezik a termékcsoporthoz képest.  
 11 A görögdiñnye-termelés során egyre több növényvédő szert alkalmaznak. A vizsgálandó szermaradékok körét ennek alapján kell meghatározni, külön figyelmet fordítva a felszívódó, akut toxicitási szerekre. Az egy alkalommal elfogyasztott görögdiñnye mennyisége az egyik legnagyobb a gyümölcsök között, így akut toxicitási potenciálja jelentős.  
 12 Növényvédelmi technológiai előírásait és a gyakorlati termesztés igényeit fel kell mérni, és annak valamint a káposztafélékben szerzett tapasztalatok figyelembevételével meghatározni a vizsgálandó szermaradékokat.  
 13 Külön figyelmet kell fordítani az étolajba kerülő szermaradékokra (l. 3. rész).  
 14 A jelentős import behozatal miatt a vizsgálandó szermaradékok körét ki kell terjeszteni a Codex határértékekkel rendelkező növényvédő szerekre.  
 15 Lásd: burgonya.  
 16 A fejlett és hüvelyes zöldborsó mintaszáma együttesen értendő.

más esetekben csak késedelmes korrektív intézkedéseket tesz lehetővé.

Ha a terméket csak feldolgozott formában vagy igen kis mennyiségben fogyasztják, és exportjuk nem jelentős, akkor a kisebb biztonsági szinten (pl. 85 és 70%) kevesebb mintával (94, 60) történő ellenőrzés is elfogadható.

Ha bármely ellenőrzött termék szermaradék-tartalmával kapcsolatban a hazai vagy uniós ellenőrzések határérték-túllépési vagy egészségügyi problémát jeleznek, akkor több mintaszámmal végzett célirányos vizsgálatokra van szükség.

A kockázatkezelő hatóság feladata és felelőssége megbizonyosodni arról, hogy a forgalomba kerülő élelmiszertételek megfelelnek a minőségi előírásoknak, és nem jelentenek egészségügyi kockázatot a fogyasztók számára, és annak megfelelően meghatározni az ellenőrzés biztonsági szintjét és a szükséges mintaszámot. Közleményünkben egy statisztikai alapú eljárást ismertetünk, amellyel az ellenőrzendő tételek száma és az ellenőrzési prioritások a célkitűzéseknek megfelelően meghatározhatók.

A kockázatkezelő döntés megalapozására elemeztük a 2004–2005. években a friss zöldségekben és gyümölcsökben végzett növényvédőszermaradék-vizsgálatok eredményét, és meghatároztuk a termékek forgalmazásával (határérték-előírások betartása) és a fogyasztók biztonságával kapcsolatos problémákat és kockázatokat. A hazai és uniós tagországi tapasztalatok figyelembevételével javaslatot teszünk a következő időszak vizsgálati feladataira.

Megállapítottuk, hogy a fogyasztóink *akut toxicitási kockázata nem fogadható el* az alma, citrom, fejes saláta, grapefruit, kínai kel, mandarin, narancs, paprika, paradicsom és uborka esetében, ahol a vizsgált tételek közül 25 esetben fordult elő az ARfD-nél 200–2300%-kal több szermaradék. A fogyasztók, különös tekintettel a gyermekekre, védelme indokoltá teszi, hogy a felsorolt termékekben a szermaradék-eloszlás legalább 99%-át 99%-os valószínűséggel feltárjuk, ehhez termékenként 459 véletlenszerűen kiválasztott különböző tétel vizsgálata szükséges.

A szermaradék-tartalom 130 tételben haladta meg az engedélyezett határértéket. Öt esetben

egyértelműen technológiai eredetű a probléma, melynek kivizsgálása sürgető feladat. Az uniós tapasztalatok alapján a vizsgálandó termékek és szermaradékok körét bővíteni kellene, mivel laboratóriumaik 57 különböző termékben detektáltak olyan határérték feletti szermaradékot, amiket a magyar laborok nem vagy csak igen kis mintaszámmal vizsgáltak. A határérték feletti esetek okainak tisztázására és a szükséges intézkedések megalapozására emelt számú mintával (148) célvizsgálatokat javasolunk, külön figyelmet fordítva a kritikus vegyületek és az egy mintában előforduló szermaradékok minőségi és mennyiségi meghatározására.

A 2004–2005 időszakban Magyarországon vizsgált 624 termék–szermaradék kombinációból 559 tartalmazott határérték alatti szermaradékot. Az elvégzett vizsgálatok alapján a termék–szermaradék kombinációk 25%-ában állíthatjuk 95%-os valószínűséggel, hogy a mai termelési gyakorlat nem eredményez 2%-nál több határérték feletti mintát, és az esetek 44%-ában csupán 60%-osnál kisebb valószínűséggel állíthatjuk ugyanazt.

Az elemzésünkkel feltárt problémás esetek tisztázásához mintegy 19 000 minta vizsgálati eredményére lenne szükség, ebből várhatóan a 2004–2006. évi ellenőrzési eredményekkel 10 500 rendelkezésre fog állni. A hiányzó eredményeket az éves rendszeres ellenőrzéssel párhuzamosan kellene pótolni ahhoz, hogy azok elemzését követően megbízható képet alkothassunk a forgalomba kerülő élelmiszerek növényvédőszermaradék-tartalmának élelmiszer-biztonsági kockázatáról, valamint arról, hogy a toxikus kemikáliákat az előírásoknak megfelelően használják-e fel, és a termékeink mily mértékben felelnek meg a nemzetközi piacok elvárásainak, és biztonságosan értékesíthetők-e a nemzetközi piacokon.

A Unióban tapasztalt tendenciák, valamint a magyar mezőgazdasági termelési struktúra és élelmiszer- (alapanyag-) import volumene alapján, a jelenleg feltárt problémák tisztázása után évente közelítőleg 7000–8000 nyers növényi eredetű minta vizsgálatára lesz szükség.

A megemelt mintaszám és a vizsgálandó hatóanyagok körének bővítése, melyet az FVO-s

ellenőrzési jegyzőkönyvek ismételt szorgalmaznak, igen jelentős kihívást, minőségileg és mennyiségileg lényegesen nagyobb követelményt jelent a szermaradék-analitikai laboratóriumoknak. Ezen elvárások teljesítése reális, a jelenlegi létszám fenntartásával is, csak az EU Átmeneti támogatási projekt keretében, remélhetőleg még a 2007-es évben megvalósuló műszerpark teljes korszerűsítése után várható el.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők külön köszönetüket fejezik ki *Dr. Seitzné Dr. Szabó Mária főigazgató asszonynak* a kézirat egyértelműségét és érthetőségét elősegítő javaslataiért.

## IRODALOM

- A Mezőgazdasági Termelőeszköz Kereskedelmi Szervezetek (MTKSZ)** (2006): Növényvédő Szer Értékesítése és Zárókészlete Szercsoportonként, Cikkesemes Részletezésben, 2005. január 1-től december 31-ig
- Ambrus, Á.** (2006): Variability of pesticide residues in crop units, *Pest Manag Sci.*, 62: 693–714.
- Ambrus Á., Bihari E., Gyórfi L., Karajz Gy. és Vásárhelyi A.** (2007): Az élelmiszerekben előforduló növényvédőszer-maradékok élelmiszer-biztonsági megítélése. 1. Növényi eredetű nyers élelmiszerek vizsgálata. *Növényvédelem*, 43: 3–17.
- EFSA** (2005): Opinion of the Scientific Panel on Plant health, Plant protection products and their Residues on a request from the Commission related to the appropriate variability factor(s) to be used for acute dietary exposure assessment of pesticide residues in fruit and vegetables. *EFSA Journal*, 177: 1–61.
- EFSA** (2006) Scientific Colloquium No. 7: Cumulative Risk Assessment of Pesticides to Human Health: The way forward, Parma, 28–29 November.
- Codex Alimentarius Commission** (2003): Recommended method of sampling for the determination of pesticide residues for compliance with MRLs, <http://www.codexalimentarius.net/web/archives.js?p?year=03>
- FAO** (2004): Pesticide residues in food. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Expert Group on Pesticide Residues. FAO Plant Production and Protection Paper 176, Chapter 3, Food and Agriculture Organization. Rome.
- The GEMS/Food Consumption Cluster Diets** 2006 August: <http://www.who.int/foodsafety/chem/gems/en/index1.html>
- Kadenczki L.** (2007): Személyes közlés
- Schüle, E.** (2004): Mehrfachrückstände von Pflanzenschutzmitteln Analytik und Rückstandssituation, Frezenius Konferenz (előadás)
- Schüle E.** (2006): Személyes közlés
- WHO** (1997): Food consumption and exposure assessment of chemicals, Report of a FAO/WHO Consultation, Geneva, Switzerland, 10–14 Feb, 1997, Document WHO/FSF/FOS/97.5.

## RISK ASSESSMENT OF PESTICIDE RESIDUES IN FOOD

### PART 2. RISK ASSESSMENT OF PESTICIDE RESIDUES IN UNPROCESSED FOOD OF PLANT ORIGIN

Á. Ambrus<sup>1</sup>, Edit Bihari<sup>1</sup>, L. Gyórfi<sup>2</sup>, Gy. Karajz<sup>1</sup>, I. Szabó<sup>1</sup>, Rozália Vanyúr<sup>1</sup> and Adrienn Vásárhelyi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hungarian Food Safety Office, H-1097 Budapest, Gyáli út 2–6.

<sup>2</sup>Central Agricultural Office, Directorate of Plant Protection, Soil Conservation and Agrienvironment, H-1118 Budapest, Budaörsi út 143–145.

A large number of pesticides are available for the protection of fruits and vegetables. It is the responsibility of the supervisory authority to control the production and the pesticide residue content of the marketed products in order to assure that they are safe for the consumers and can be freely marketed within the European Union.

To assist the regulatory risk management decisions, we assessed the food safety risk derived from the pesticide residue content of the fresh fruits and vegetables marketed in Hungary based on the results of the tests carried out during 2004 and 2005 in Hungary and in the EU member states. It was concluded that the compliance with the provisions of the good agriculture practice could be verified only for 25 % of the tested commodities.

As a basic approach, we recommend a monitoring programme which is suitable for the identification of the products containing pesticide residues above the MRL with a frequency of 2% at confidence levels of 95% for products consumed without processing, 85% for processed products and 70% of products consumed in very small quantities.

A statistically based method is introduced that can be used for determining the number of samples for specific test programmes.

We recommend specific testing programmes for those commodities in which the residues may pose an unacceptable acute toxicity risk (apple, Chinese cabbage, grapefruit, lemon, lettuce, mandarin, orange, paprika, potato, tomato and cucumber), and for which the pesticides application technology (dimethoate, carbendazim, chlorothalonil, methylparathion, and metomil) should be reconsidered.

We elaborated the indicators, based on the number of test results and distribution of residues, which can be used to set the priorities for testing the individual commodity pesticide residue combinations. We calculated the number of samples, together with the residues requiring special attention, and the control priorities for the 624 commodity-pesticide combination tested during the examined period and complemented it with those commodities and pesticides which should be included in the monitoring programme.

After the clarification of the currently observed problems, on an average testing of 7500–8000 samples will be necessary for meeting the target control level. This is about twice as much as that currently examined.

Érkezett: 2007. február 14.



## KITÜNTETÉSEK MÁRCIUS 15-E ALKALMÁBÓL

Az 1848-as forradalom és szabadságharc emlékére az FVM-ben 2007. március 9-én rendezett ünnepélyen példamutatóan végzett eredményes szakmai munkásságuk elismeréséül Gráf József földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter úr **Miniszteri Elismerő Oklevél** kitüntetésben részesítette:

**Bagyinka Tamást**, az MgSZH Központ Növény-, Talaj- és Agrárkönyezet-védelmi Igazgatóságának igazgatóhelyettesét

**Bura Lászlót**, az MgSZH Központ Növény-, Talaj- és Agrárkönyezet-védelmi Igazgatóságának osztályvezetőjét

**Fülöp Tamásné**t, a Tolna Megyei MgSZH Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága növényvédelmi felügyelőjét

**Gavallér Józsefet**, a Csongrád Megyei MgSZH Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága nyugdíjasként vonuló igazgatóját

A kitüntetett pályatársaknak gratulálunk és további sikereket kívánunk!

**Szerkesztőbizottság**

## Gratulálunk

A *Mezőgazdasági Könyvhónap* FVM-ben tartott zárórendezvényén **dr. Bodor János**, a Kertészet és Szőlészet főszerkesztője az **Év Szakújságírója** kitüntetést vette át.

**Szerkesztőbizottság**