

Növényvédőszer-hatóanyagok talajban való mozgásának vizsgálata

KÁROLY GABRIELLA, FERENCZI MIKLÓSNÉ, OROSZ FERENC es
GYÖRFI LÁSZLÓ

Veszprém megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomás /NTÁ/, Csopak;
Zala megyei NTÁ, Zalaegerszeg; Somogy megyei NTÁ, Kaposvár és Fővárosi
NTÁ, Budapest

A növényvédőszer-hatóanyagok megítélése növényvédelmi technológiai szempontból elsősorban a biológiai hatáson alapszik, ami legfeljebb a talaj művelt rétegében /0-35 cm/ és ezen belül is a 0-10 cm közötti talajszelvényben érvényesül.

A környezetvédelmi megítélés célja, felmérni egy adott hatóanyagok sorsát a talajban. Ez összetett, sokirányú vizsgálatot igényel. A talajban való mobilitás vizsgálata csupán egy része a hatáselemzésnek, ami az alábbi kérdésekre adhat választ:

- Melyek azok a hatóanyagok, amelyek a talaj mélyebb rétegeinek, esetleg a talajvíznek potenciális szennyezői lehetnek?
- Melyek azok a hatóanyagok, amelyek fizikai-kémiai-mobilitási tulajdonságaik folytán potenciálisan nem kerülhetnek a mélyebb talajrétegekbe?
- Melyek azok a hatóanyagok, amelyek fizikai-kémiai tulajdonságaik következtében nem potenciális szennyezők, de adott körülmények között azzá válhatnak?

Anyag és módszer

Munkánk során meghatároztuk a Magyarországon felhasználásra engedélyezett növényvédőszer-hatóanyagok jelentős részének mobilitását 11 különböző talajtípuson.

A kiválasztott 11 talajtípus, előfordulásuk gyakorisága szerint, megfelelően reprezentálják Magyarország mezőgazdasági művelés alatt álló talajait.

A talajtípusok agrokémiai jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza. A mobilitás vizsgálatokhoz adaptáltuk és továbbfejlesztettük a HELLING /1971a,b/, HELLING és TURNER /1968/, ill. HELLING et al. /1971/ által kidolgozott talajvékonyrétegekromatográfiás eljárást. A peszticidek elmozdulását kifejező HR_f értékek $/HR_f$ érték = a hatóanyag és vízfront elmozdulásának hányadosa szorozva 100-zal/ fenomenológiailag jellemzik az egyes hatóanyagok egymáshoz viszonyított, ill. a különböző talajtípusokon mérhető mobilitását.

1. táblázat
Kísérleti talajtípusok agrokémiai paramétereit

száma	Talaj típusa	pH /H ₂ O/	Összes só %	y ₁	CaCO ₃ %	K _A	Leiszapolható rész %	Összes humusz %
1.	Karbonátos humuszos homoktalaj, Üllő	8,1	0	0	0,6	25	11,9	0,62
2.	Humuszos homok /savanyú/, Dejtár	6,6	0	3,0	0	25	7,0	0,60
3.	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj, Szendehegy	6,9	0,02	11,7	0	43	56,0	2,22
4.	Ramann-féle barna erdőtalaj, Rád	6,8	0,03	4,7	0	51	49,2	3,31
5.	Rozsdabarna erdőtalaj, Fót	7,2	0	0	ny	30	23,4	1,97
6.	Meszes csernozjom, Martonvásár	8,0	0,02	0	8,5	44	58,4	3,62
7.	Karbonátos réti talaj, Aszód	8,0	0	0	4,2	45	48,8	2,65
8.	Karbonátos humuszos öntés, Ráckeve	7,9	0	0	17,1	44	59,6	3,09
9.	Szolonyeces réti talaj, Mezőtúr	6,2	0,06	14,5	0	54	64,4	3,49
10.	Humuszos öntés /savanyú/, Török-szentmiklós	6,2	0,11	8,0	0	50	55,7	2,30
11.	Réti szolonyec, Törökszentmiklós	5,9	0	2,7	0	42	40,8	4,77

A hazánkban legelterjedtebben alkalmazott növényvédőszer-hatóanyagok közül 131-et vizsgáltunk, melyek felhasználásuk szerinti megoszlása a következő:
Herbicidiek: 62 db /47,3 %/; Inszekticidiek: 48 db /36,7 %/; Fungicidiek: 21 db /16,0 %/.

A hatóanyagok kiválasztásánál lényegesnek tartottuk, hogy a talajra indirekt módon jutó hatóanyagok /inszekticidiek, fungicidiek/ is nagy számban kerüljenek vizsgálatra, mivel ezen hatóanyagok talajban való viselkedése a kevés irodalmi adat alapján nem jellemezhető egyértelműen.

Kísérleti rész

A kísérleti talajokat 40 °C-on légszáraz állapotba hoztuk, majd max. 250 µm-s szemcseméretűre őröltük. 100 g talajból 100 cm³ desztillált víz hozzáadásával a hagyományos vékonyréteghúzó készülékkel 4 db 20x20 cm x 500 µm lemezt készítettünk. A megszáradt lemezre a vékonyrétegekromatográfiában szokásos módon vittük fel a hatóanyagokat, 10-50 µg mennyiségben.

A lemez kifejlesztésére egy 25x30 cm-es műanyagtálat használtunk, amelybe 4-5 mm magasságig vizet öntöttünk. A tálba a lemezt úgy helyeztük el, hogy a vízszintessel 5 °-os szöveget zárjon be, a rétegre a vizet egy 4x20 cm

méretű szűrőpapír csikk segítségével vezettük fel. A lefedett kádból a kifejlesztés után kivett lemezt hideg levegőárammal szárítottuk meg. A hatóanyagfoltot az anyagra jellemző előhívó reagenssel való lepermetezéssel tettük láthatóvá úgy, hogy a lemez sötét színét előzőleg alumínium-oxidos szuszpenziós lepermetezéssel maszkiroztuk. A látható foltok alapján meghatároztuk a HR_f -értékeket.

Vizsgálati eredmények, következtetések

A 11 talajtípuson meghatározott HR_f -értékeket a hatóanyagok szerint a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat
Növényvédőszer-hatóanyagok HR_f értékei

Növényvédőszer- hatóanyag	Talaj száma										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Acetoklór	27	27	43	50	30	40	27	33	18	27	33
Aktinit PK	94	94	70	52	57	66	62	63	42	40	16
Ametrin	59	49	28	45	57	32	35	26	12	30	14
Aziprotrin	51	57	49	27	21	29	8	15	7	10	9
Azulam	25	20	40	67	56	56	40	36	50	54	88
Benomyl	31	38	16	15	17	19	18	11	3	10	7
Biloxazol	43	0	10	14	5	15	12	7	8	15	4
Bromfenoxin	91	97	44	91	70	75	73	82	53	88	68
Butonat	0	0	12	0	4	0	0	35	0	0	0
Cianazin	81	76	71	69	66	80	78	72	42	46	31
Dezmedifan	5	5	45	11	11	18	15	26	11	9	18
Diazinon	38	0	41	28	41	22	35	28	43	40	20
Difenamid	75	70	45	45	55	45	55	45	35	35	55
Dimetoat	65	59	88	80	98	77	84	48	49	25	25
Dioxakarb	81	85	70	100	87	83	72	83	60	100	68
Diszulfoton	61	70	59	36	68	7	36	41	56	38	21
Etoprop	59	67	59	51	57	55	39	42	23	17	22
Etrinfosz	100	100	72	100	96	0	100	100	0	100	0
Fenarimol	49	25	14	19	20	20	22	15	5	19	4
Fenitrothion	0	0	97	11	12	11	0	10	0	0	5
Fenmedifan	9	7	8	42	45	7	54	58	58	37	7
Fenuron	97	99	91	88	77	80	87	59	55	41	56
Folpet	32	21	11	17	20	12	28	35	28	17	6
Foszfamidon	90	100	100	100	100	73	80	100	100	100	73
Glifozat	4	35	65	4	32	23	40	48	96	57	61
Heptenofosz	34	100	59	100	100	58	70	100	57	87	100
Iprodion	37	20	11	21	21	22	27	28	34	20	9
Izobumeton	61	57	25	37	33	46	10	61	9	23	13
Izoproturon	74	69	34	63	57	60	52	49	40	18	22
Kaptafol	80	59	50	42	53	38	31	38	40	38	23
Kaptan	75	52	55	44	56	40	35	36	42	43	15
Karbaril	58	100	29	29	41	32	70	63	70	18	33
Karbofuran	100	100	100	26	47	100	29	21	62	63	55
Kinalfosz	0	53	64	22	24	34	0	5	21	11	23
Klórbrómuron	41	38	37	20	27	10	10	17	18	14	10

2. táblázat folytatása

Klórfevínfosz	38	43	50	32	25	44	20	24	36	10	16
Klórídazon	47	39	63	41	42	36	38	48	47	47	36
Klóruxoron	17	14	9	17	23	16	10	13	10	8	7
Klórpirifosz	91	100	100	100	100	100	37	15	62	80	52
Klórtofuron	61	58	59	30	47	40	21	23	19	18	16
Lenacil	63	65	61	51	53	29	30	41	41	42	25
Linuron	34	37	32	22	20	11	23	19	16	20	12
MBC	40	28	15	14	22	19	28	22	0	8	7
MCPA	96	80	97	88	95	90	80	85	67	83	50
Metabenzthiazuron	29	30	24	14	20	17	11	17	16	10	8
Metamitron	58	58	49	39	35	34	26	47	13	40	17
Metidation	38	33	44	33	38	36	28	29	16	21	26
Metilazinfosz	29	16	15	19	16	16	12	13	20	10	15
Metilparation	47	49	27	15	30	25	14	10	10	40	16
Metobromuron	65	58	63	44	54	52	29	27	25	22	21
Metaleklór	23	30	50	53	30	37	27	27	21	30	27
Metoxuron	69	70	65	37	57	62	62	66	37	30	34
Metribuzin	90	100	76	70	66	89	48	80	83	61	32
Mevinfosz	100	53	100	93	91	100	72	56	100	100	87
Molinat	23	7	19	23	23	23	3	62	31	17	23
Monolinuron	71	77	73	51	69	54	37	63	30	24	27
Piridafention	27	20	16	21	20	18	30	21	25	23	13
Primikarb	60	60	15	100	100	50	42	24	45	41	100
Procimidon	47	27	4	5	0	4	11	0	0	7	5
Prometrin	41	40	30	42	10	39	40	44	22	16	9
Propaklór	67	67	70	69	69	65	53	67	40	47	40
Protoat	65	87	81	85	79	75	79	100	58	100	57
Terbacil	80	81	69	65	62	51	51	58	60	61	50
Terbumeton	38	35	30	27	21	30	33	38	21	25	13
Terbutilazin	28	22	23	20	19	22	21	23	20	24	10
Terbutrin	29	30	23	20	17	22	19	21	13	17	8
Tetraklórvinfosz	27	0	30	10	23	22	0	0	0	9	0
Tiabendazol	25	48	0	5	13	13	14	17	0	0	8
Tiofanat-metil	39	5	2	10	16	37	65	47	0	5	19
TMID	100	15	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Triadimefon	42	27	5	20	13	3	21	49	0	17	10
Triazofosz	35	18	40	21	40	46	35	33	51	42	30
Triforin	22	23	33	25	0	31	19	27	32	22	13
2,4-D	96	90	90	90	92	82	77	86	62	87	53
D 2,4-DB	67	60	46	56	52	59	43	50	26	47	10
2,4-DP-só	93	90	93	92	100	86	87	77	86	90	60
2,4,5-T	73	70	77	67	74	52	63	67	38	60	40

A 11 talajtípuson 0-19 HR_c-értékű elmozdulást detektáltunk a: Benefin; Betio-karb; Bezoilpropetil; Bromofox; Butilat; Butralin; Cikloat; Cipermetrin; CPCBS; Diklobenil; Diklofop-metil; Diklórbutrazol; Dinokap; Dodine 2; Endoszulfán; EPTC; Fention; Fentoat; Flamprop-izopropil; Fonofosz; Forat; Formotion; Foszalon; Foszmet; Izopropalin; Kinometionat; Klór-propilat; Klórtál-metil; Klórtalonil; Lindán; Metazol; Metoxiklór; Nitrofen; Nuarimol; Oxadiazon; P-trifluralin; Petrimetrin; Piridat; Propizamid; Terbufosz; Tetradifon; Vernolate; Vinklozolin; 2,4,5-T-izoamilester növényvédőszer-hatóanyagok esetében.

A 11 talajtípuson 90-100 HR_c-értékű elmozdulást detektáltunk a: Aldikarb; Dalapon; Dikamba; Diklórfoosz; Metamidofosz; Metomyl; Monokrotofosz; NA-TCA; Oxamil; Triklórfon növényvédőszer-hatóanyagok esetében.

A vizsgált növényvédő szerek mozgékonyságának megítélésére a 2. táblázat adatait matematikai statisztikai módszerekkel dolgoztuk fel.

A feldolgozás célja: a HR_f -értékek relatív gyakoriságainak meghatározása a hatóanyagok veszélyességi kategóriákra sorolása; referencia talajtípusok és hatóanyagok kiválasztása.

Az adatok alapján elkészítettük a következő összeállítást /3. táblázat/, amely egyrészt valamennyi vizsgált növényvédőszer-hatóanyagra, másrészt külön az egyes hatóanyagcsoportokra tartalmazza a HR_f -értékek talajtípustól független gyakorisági %-át a Helling-féle osztályokba csoportosítás szerint.

3. táblázat

A HR_f -értékek talajtípustól független gyakoriság %-a

Helling-féle osztályba-sorolás	HR_f	Gyakoriság %			
		Összes vizsgált növényvédőszer-hatóanyag	Herbicidek	Inszekticidek	Fungicidek
I.	0- 19	48,2	42,1	47,2	68,4
II.	20- 39	16,4	18,0	16,1	21,2
III.	40- 59	12,0	15,8	8,3	8,6
IV.	60- 79	7,6	11,4	5,5	0,9
V.	80-100	15,7	12,6	26,3	0,8

Az I. mobilitási osztályba tartoznak azok a hatóanyagok, amelyek a talajban a kijuttatás helyén maradnak, vagy csak rendkívül kismértékben mozdulnak el a talajrétegre jutó víz hatására.

A II-III-IV. mobilitási osztályba tartozó hatóanyagok jellemzője az, hogy az eső-, ill. öntözővíz hatására kisebb-nagyobb mértékben elmozdulnak a talajban, de a hatóanyag talajvízben történő megjelenésével nem kell számolni.

Az V. mobilitási osztályba sorolt hatóanyagok jellemzője, hogy a hatóanyag egy része a talajrétegen a vízfronttal együtt mozdul el, így a mélyebb talajrétegbe történő lejutásának nagy a valószínűsége.

Környezeti megítélés szempontjából az I. és az V. mobilitási osztályba tartozó hatóanyagok lehetnek potenciálisan veszélyesek. Az I. osztályba sorolt hatóanyagok azért, mert a talaj felszíni rétegében maradnak, így szél- és vízerózió útján a kijuttatás helyéről elmozdulhatnak. Az V. osztályba tartozó hatóanyagok potenciális veszélyessége, hogy a mélyebb talajrétegekbe lemosódnak, esetleg a talajvízben is megjelennek, így további sorsuk és hatásuk nehezen ellenőrizhető.

A mobilitásra vonatkozó mérési eredmények alapján a talaj mélyebb rétegeire potenciálisan veszélyesek azok a hatóanyagok, amelyek:

- Az V. mobilitási osztályba tartoznak.
- Közvetlenül a talajra kijuttatva vagy talajba történő bedolgozás útján kerülnek felhasználásra.
- Viszonylag perzisztensek.
- Alkalmazási gyakoriságuk és felhasznált mennyiségük viszonylag jelentős.

Kevésbé veszélyesek azok az V. osztályba tartozó hatóanyagok, amelyek:

- Közvetett úton kerülnek a talajra /pl. levélherbicidek/.
- Kevésbé perzisztensek.

c/ Alkalmazási gyakoriságuk és a felhasznált mennyiségek viszonylag nem jelentősek.

A fentiek alkalmazása csak akkor lehetséges, ha a perzisztenciára, felhasználási módra, gyakoriságra és mennyiségekre objektív mérőszámok állnak rendelkezésre. A HR_f -értékek relatív gyakoriságainak elemzése, valamint a 3. táblázat adatai alapján, néhány általános megállapítást tehetünk:

- Mind a gyomirtó, mind pedig a rovarirtó, illetve gombaölő szerek hatóanyagai legnagyobb gyakorisággal a 0-19 HR_f -tartományban fordulnak elő /I. mobilitási osztály/, ezért a talaj mélyebb rétegeibe való elmozdulásuk valószínűsége kicsi, így a mélyebb talajrétegek vagy a talajvíz potenciális szennyezői nem lehetnek.

- A gyomirtószer-hatóanyagok előfordulási gyakoriságának felső határa valamennyi további HR_f -tartományban 20 % körüli érték, környezeti veszélyességüket súlyozza közvetlen talajra, ill. talajba juttatásuk.

- A rovarirtó szereknél feltűnő a 80-100 közötti HR_f -tartományban való viszonylag magas, 26,3 % relatív gyakoriság, ami felhívja a figyelmet arra, hogy a rovarirtó szerek között viszonylag nagy számban vannak potenciális szennyező anyagok.

- Gombaölő szereknél megfigyelhető a rendkívül magas előfordulási gyakoriság az I. mobilitási osztályban, valamint az, hogy az V. osztályban alig néhány hatóanyag fordul elő a legtöbb talajtípuson. Ennek alapján megállapítható, hogy a gombaölőszerek között minimális azon hatóanyagok száma, amelyek potenciálisan veszélyesek lehetnek.

A növényvédőszer-hatóanyagok környezeti hatásának becsléséhez rendkívül fontosnak tartjuk a perzisztenciájukra vonatkozó adatok, valamint a felhasználás mennyiségére és a felhasználás módjára vonatkozó összeállítás elkészítését is, mivel a jelenlegi mérési adatok csak a potenciálisan veszélyes hatóanyagok kiszűréséhez elegendőek.

Ezért a potenciálisan veszélyes hatóanyagok körének meghatározása után kísérletet tettünk arra, hogy további szempontok figyelembevételével mérlegeljük *tényleges veszélyességüket*. Első lépésként külön választottuk egyrészt azokat a hatóanyagokat, amelyeket a növényvédelmi technológiákban közvetlenül a talajra juttatnak ki vagy a talajba dolgoznak be, másrészt /preemergens gyomirtó szerek, talajfertőtlenítő szerek/ azokat, amelyek közvetett úton kerülhetnek a talajra /posztemergens gyomirtók, állománykezelés formájában kijuttatott rovarölő szerek, stb./.

A közvetlenül talajra kijuttatott herbicidek vagy talajfertőtlenítő szerek viszonylag perzisztensek, így a talaj mélyebb rétegeibe való lejutásuk valószínűsége nagyobb, mint a kevésbé perzisztens, állománykezelés formájában kijuttatott növényvédő szereké.

Az V. mobilitási osztályba sorolt hatóanyagokat a *tényleges veszélyességük* alapján a 4. táblázatban csoportosítottuk.

A vizsgált hazai talajtípusokon elvégzett mobilitási vizsgálatokból statisztikai értékeléssel kiválasztottunk olyan referencia hatóanyagokat, és referencia talajtípusokat, amelyek segítségével valamely - eddig nem vizsgált - hatóanyag mobilitási tulajdonsága jól megbecsülhető a három referencia talajon meghatározott HR_f -érték alapján és fordítva - egy talajpeszticid megtartó képessége is prognosztizálható a referencia vegyületek HR_f -értékei alapján.

A referencia hatóanyagok és talajtípusok kiválasztásánál az összes lehetséges módon kiválasztott 3 talajkombináción mért peszticid HR_f átlagértékének a teljes átlagtól való eltérésekor kapott négyzetösszegeit, ill. ennek minimumát vettük figyelembe. A kapott eredményekből - gyakorlati és alkalmazástechnológiai szempontokat is figyelembe véve - történt a vonatkoztatási hatóanyagok és talajtípusok kiválasztása. A statisztikai értékelést

4. táblázat

Az V. mobilitási osztályba sorolt hatóanyagok csoportosítása
tényleges veszélyességük alapján

Közvetlenül a talajra juttatott növényvédő szerek		Közvetett úton a talajra juttatott növényvédő szerek	
Klórtoluron	/1/	Tiofanát-metil	/1/
Molinát	/1/	Tiabendazol	/1/
Kloridazon	/1/	Fenitrothion	/1/
Klórfevinfosz	/1/	Kinalfosz	/1/
Metobromuron	/2/	Azulam	/2/
Izobumeton	/2/	Kaptán	/2/
Difenamid	/2/		
Etoprop	/2/		
Lenacil	/3/	2,4-DB	/3/
Diszulfoton	/3/	Glifozát	/3/
Izoproturon	/4/	Fenmedifam	/4/
Monolinuron	/5/	-	
Aktinit PK	/6/	Metoxuron	/6/
Karbofuron	/6/	Dimetoát	/6/
Klórpirifosz	/6/	Pirimikarb	/6/
Fenuron	/7/	Heptenofosz	/7/
Terbacil	/7/		
Propaklór	/7/		
Ciánazin	/8/	Etrimfosz	/8/
		Triklórfon	/8/
		2,4,5-T-sav	/8/
Metribuzin	/9/	2,4-D	/9/
		Brómfenoxim	/9/
		Protoát	/9/
		Mevinfosz	/9/
Aldikarb	/11/	MCPA	/10/
Oxamyl	/11/	2,4-DP-só	/10/
		Dicamba	/11/
		Na-TCA	/11/
		Dalapon	/11/
		Foszfamidon	/11/
		Monocrotofosz	/11/
		Diklórfosz	/11/
		Metamidofosz	/11/
		Dioxakarb	/11/
		Metomyl	/11/

A táblázatban a hatóanyag név után zárójelben lévő számok azt jelzik, hogy az adott hatóanyagot hány talajtípuson soroltuk az V. mobilitási osztályba.

elvégezve a talajtípusok közül referencia talajoknak használhatók a: Savanyú humuszos homok /2. számú/; Meszes csernozjom /6. számú/; Savanyú humuszos öntéstalajok /10. számú/.

Ezekkel a talajokkal dolgozva minimális hibával megítélhető a kérdéses peszticid talajon való viselkedése. Referencia hatóanyagok kiválasztásánál a következő szempontokat vettük figyelembe:

- A hatóanyag HR_f -értéke 40-80 közötti legyen /a megbízható TLC-s kiértékelés érdekében/.

- Közvetlenül a talajba vagy talajra juttatott hatóanyag legyen.

- Viszonylag nagy mennyiségben kerüljön felhasználásra.

E kritériumokat figyelembe véve a terbacil propaklór fenuron hatóanyagokat ajánljuk referencia vegyületként.

Összefoglalás

Munkánk során 11 - a Magyarországon mezőgazdasági művelésbe vont talajtípusokat reprezentáló - talajon 131 növényvédőszer-hatóanyag mobilitási tulajdonságát határoztuk meg a HELLING által kidolgozott talajvékonyrétegekromatográfiás módszerrel. A HR_f -értékeket matematikai-statisztikai módszerrel dolgoztuk fel.

A különböző intervallumokba eső HR_f -értékek gyakoriságának meghatározásával elvégeztük a hatóanyagok környezeti szempontból - elmozdulásuk miatt - veszélyesnek tekinthető kategóriába sorolását, ezáltal megjelöltük a potenciálisan veszélyhelyzetet előidéző hatóanyagok körét.

Megállapítottuk - statisztikai értékeléssel - a vizsgálatához célirányosan felhasználandó talajtípusokat és növényvédőszer-hatóanyagokat /ún. referencia talajokat és referencia vegyületeket/.

Az adatok és az értékelés csak a peszticidek mobilitása alapján kategorizálja "veszélyességi" sorrendbe a növényvédő szerek hatóanyagait. A mobilitás adatok figyelembe vétele a környezet "veszélyesség" megítélése szempontjából alapvetően fontos adat, különösen a nagy mennyiségben gyakran használt /több éven keresztül/ közvetlenül a talajra, vagy talajba bedolgozásra kerülő növényvédő szereknél.

Egy növényvédő szer komplex környezet veszélyességének /a környezetben történő disszipálódásával és az általa kiválasztott nem kívánatos mellékhatások kiválasztásának mértéke/ meghatározásához azonban - a mobilitási adatokon kívül - számos más tényező figyelembe vétele szükséges. Például stabilitás, perzisztencia, toxicitási adatok, felhasznált mennyiség, kijuttatási gyakoriság és mód; szerforma, permetezési technológiai előírások betartása, stb.

A méréseink és a levont következtetések adatokat szolgáltatnak a környezeti veszélyesség megítéléséhez, de azt a kategorikus kijelentést, hogy egy szer komplex módon veszélyes az ökoszisztémára nem teszi lehetővé.

Irodalom

- HELLING, C. S., 1971a. Pesticide mobility in soils. II. Applications of soil thin-layer chromatography. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35. 737-743.
HELLING, C. S., 1971b. Pesticide mobility in soils. III. Influence of soil properties. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35. 743-748.
HELLING, C. S. and TURNER, B. C., 1968. Pesticide mobility: Determination by soil thin-layer chromatography. Science. 162. 562-571.
HELLING, C. S., KAUFMAN, D. D. and DEITER, C. T., 1971. Algae bioassay detection of pesticide mobility in soils. Weed Sci. 19. 685-690.

Érkezett: 1991. április 10.