

## A GYEPNÖVÉNYEK MIKRO- ÉS TOXIKUS ELEMTARTALMA A KÖZÚTTÓL VALÓ TÁVOLSÁGTÓL FÜGGŐEN

PÓTI PÉTER — KÖLES PÉTER — BEDŐ SÁNDOR

### ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálataikban a szerzők arra kerestek választ, hogy a nagy forgalmú közutak milyen mértékben szennyezik a környező talajt és a gyepnövényzetet, valamint a szennyezettség mértéke hogyan alakul az úttól távolodva. A talaj és legelő növényzetének Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, és Cu tartalmát vizsgálták az út szélétől mért 1, 5, 15, 50 és 100 m-es távolságban. Megállapították, hogy a legelő nehézfém szennyezettsége az úttól távolodva csökken. A 33-as út melletti legelőterületet, 15 m-es távolságig, találták szennyezettnek.

Megállapították, hogy az M3-as autópálya mellett 1 m-es távolságban gyűjtött fűminták ólom mennyisége megközelíti, ill. meghaladja a mérgezési határértékeket, továbbá azt, hogy a fűminták fémtartalma, valamennyi elem esetében, még 100 m-es távolságban is nagyobb az átlagértékeknél. Az M3-as autópálya mellett, 15 m-es távolságig, az elemtartalom (a kadmium kivételével) számottevő, 30–60%-os, csökkenését tapasztalták, míg 15 m után további lényeges csökkenést egyik elem esetében sem állapítottak meg.

A csökkenés mértékében különbséget találtak a két út között (100%-nak tekintve az 1 méteres távolságban vett minták nehézfém tartalmát). Az M3-as autópálya mellett 15 m-es távolságban gyűjtött fűminták cink és ólom tartalmát 60 %-kal, nikkel tartalmát 40%-kal, króm és réz tartalmát több mint 30%-kal, kadmium tartalmát viszont csak 18%-kal találták kevesebbnek, mint az 1 m-es távolságban gyűjtöttékét. A 33-as út mellett 15 m-es távolságban kapott értékek, az előbbi sorrendnek megfelelően, 40-, 40-, 0,9-, 24-, 12-, 43%. Tehát a fűminták szennyezettsége az útfestőtől távolodva az M3-as autópálya mellett a kadmium kivételével relatíve nagyobb mértékben csökkent, mint a 33-as főút mellett.

### SUMMARY

*Póti, P. – Köles, P. – Bedő, S.: MICRO- AND TOXIC ELEMENT CONTENT OF PASTURE GRASSES AS A FUNCTION OF THE DISTANCE FROM THE ROAD*

In our experiments we determined the polluting effect of a high traffic road on the soil and the grasses, and analyzed the level of the pollution as a function of the distance from the road. Zn, Pb, Cd, Ni, Cr and Cu content of the soil and the pasture grasses was measured at 1, 5, 15, 50 and 100 m distances from the road. We concluded that the level of the heavy metal pollution bore a strong relation to the distance measured from the road. A 15 m wide pasture band on both sides of the main road No. 33 was found to be polluted.

We found that the Pb content of the grasses collected at a distance of 1m from the M3 highway was equal to or higher than the toxic level. The heavy metal content of the grasses exceeded the mean level up to 100 m from the road in both cases. A significant decrease (30–60%) in the heavy metal content (excluding Cd) was observed up to 15 m away from the M3 highway, while no such decrease in any of the elements was found at higher distances.

The rate of decrease was different with each of the two roads. Compared to the values measured at 1 m (100 %), the decrease of the heavy metal content of the grasses was 60% (Zn), 60% (Pb), 40% (Ni), 30% (Cr), 30% (Cu) and 18% (Cd) at 15 m distance from the M3 highway. The corresponding values measured along the main road No. 33 were 40%, 40%, 0,9%, 12% and 43%, respectively. To conclude, we found that the rate of decrease in the heavy metal content (without the Cd) of the grasses as a function of the distance was higher along the M3 highway than along the main road No. 33.

## BEVEZETÉS

A közúti közlekedés hatásaként az utak mentén különböző szennyező anyagok, nehézfémek, aromás és alifás szénhidrogének, fenolok a gépkocsik égéstermékeiből az abroncs-, a fék- és az aszfalt kopásából kerülnek a talajba, a növényekbe és rakódhatnak le a növények felületére. *Caswel* (1985) ezek közül nagy jelentőséget tulajdonít a nehézfémeknek, amelyek, nagy mennyiségben felhalmozódva a növényi és az állati szervezetekben, toxikusak lehetnek. *Kádár* (1993) véleménye szerint a nehézfémek közül a ólom (Pb) és kadmium (Cd) talajokban és növényekben történő akkumulációja adhat okot aggodalomra. Különböző szerzők az autóutak mentén levő növényekben nagy mennyiségben találtak ólmot (Pb), arzént (As), cinket (Zn), nikkelt (Ni), rézet (Cu) és kadmiumot (Cd) (*Ndiokwerw*, 1984; *Gratani és mtsai.*, 1992). A kutatók álláspontja nem egységes abban, hogy milyen távolságra jutnak el a szennyeződések az úttesttől. A fent idézett szerzők véleménye az, hogy az egyes nehézfémek tömegüktől függően közelebb vagy távolabb juthatnak a talajra és a növényzetre, míg mások szerint ezen elemek legnagyobb része az utakhoz közeli növényzetre rakódik le (*Albasel és Cottenie*, 1985; *Harrison és Johnston*, 1985a). *Csernyh* (1991) és *Köles* (1995) szerint a felhalmozódás az úttesttől távolodva gyorsan csökken. *Harrison és Johnston* (1985b), *Fedorov és Potapova* (1988), *Gorlach és mtsai.* (1990), valamint *Crowder* (1991) nagyobb, egyes esetekben több kilométeres távolságban is mértek szennyeződést.

A közúti közlekedésből származó szennyeződés nemcsak a növényzet felületére lerakódott porral, hanem a talajból felvett szennyeződéssel is az állatok szervezetébe kerülhet. *Ocker és Brüggemann* (1986) szerint a Cd inkább a gyökéren keresztül jut a növénybe, míg az Pb a levelekre rakódik le. A növényfajok egymástól lényegesen eltérő mértékben képesek felvenni a mikroelemeket és a nehézfémeket (*Tölgyesi és Vass*, 1984; *Regiusné*, 1991).

Az elemek növényekbe beépülő mennyisége nem arányos a talajokban található koncentrációjukkal (*Albasel és Cottenie*, 1985; *Kádár*, 1991). Az ásványianyagok felvehetősége függ a talaj szervesanyag-tartalmától, pH-értéktől, mikroelem- és Ca tartalmától, valamint az időjárástól. A növények mikroelem-tartalma, az eddigiekben felsoroltakon kívül, függ még a mintavétel idejétől, illetve a növény fejlődési állapotától is. *Regiusné* (1990) kérődzők tömegtakarmányának vizsgálatakor megállapította, hogy a növények Zn tartalma csökken a vegetációs idő előrehaladtával. A növényzetből az élelmiszerláncba jutó nehézfémek lassú felezési idejük miatt, hosszú távon jelentenek ökológiai és egészségügyi veszélyt a lakosság számára (*Albasel és Cottenie*, 1985; *De Luca d'Alessandro és mtsai.*, 1992). *Umland és Cosack* (1984) megállapították, hogy Németországban az emberi szervezetbe jutó kadmium 40–42%-a növényi, 38–39%-a állati eredetű élelmiszerekből származik. *Regiusné* (1990, 1991) egy országos felmérés során nagyszámú takarmány, állati szerv, illetve tej és szőr Mn, Zn, Mo, Ni, Cd tartalmát vizsgálva pozitív összefüggést talált az etetett növények és állati szervek elemtartalma között. *Gratani és mtsai.* (1992) az utak menti legelőkön tartott tehének tejében váltakozó mennyiségű ólmot mutattak ki. A nehézfémek elsősorban a kiválasztó szervekben (máj, vese), va-

lamint a csontokban és az idegrendszerben raktározódnak (Kamm, 1985). Hazai vizsgálatokra támaszkodva *Bíró (1987)* is hasonló megállapításokra jutott. A májban és a vesében egy nagyságrenddel nagyobb mennyiségű nehézfém szennyeződést talált, mint a színhúsban. Az egyes országokban előírások szabályozzák a takarmányok maximálisan megengedett nehézfém tartalmát, így hazánkban ólomból 10-, rézből 15- és kadmiumból 0,5 mg/kg szárazanyag lehet ez az érték.

A takarmányok nehézfém szennyezettsége, a humán és állategészségügyi problémák mellett, a termelés gazdaságosságát is befolyásolja, káros hatást fejthet ki az állatok szaporodásbiológiai állapotára, a fiatal állatok fejlődési erélyére, valamint közvetlenül a termelésre is.

Vizsgálataink célja a közúti közlekedésből származó nehézfém szennyezettség felmérése két különböző helyen, valamint annak megállapítása, hogy ez a szennyezettség milyen mértékben veszélyezteti a takarmánytermő (első-sorban legelő) területeinket, ezen keresztül az állati termék előállítását. Az adatok birtokában a közutaktól való biztonságos legeltetési és kaszálási távolságra keresünk választ.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A mintavételnél a következőket vettük figyelembe:

— a legelő terület közvetlenül az utat szegélyező árok rendszerétől kezdődően, hogy a takarmánymintákat a nagy forgalmú főút közeléből 1, 5, 15, 50 és 100 m-es távolságra tudjuk venni,

— a Magyarországra jellemző homokos és szikes aprócsenkeszes vezérnövényű, valamint réti öntéstalajok legelőinek fűvét vizsgáljuk,

— a mintavételi terület közelében más szennyezőforrás (város, ipartelep) ne módosíthassa a járművek okozta terhelés nagyságát és összetételét.

A legelőfűmintákat a 33-as főút melletti hortobágyi, valamint az M3-as autópálya mogyoródi leágazásánál lévő legelőterületről vettük, május végén illetve június elején, a második növedékből, legeltetésre alkalmas fejlődési állapotban, a talajtól mért 3 cm magasságban. A talajmintákat 0–10 cm mélységből, szűrőbotos módszerrel gyűjtöttük. Minden távolságban öt-öt, egyenként 1 m<sup>2</sup> nagyságú mintavételi területet jelöltünk ki, ahonnan a talaj- és fűminta-vétel történt. A minták feltárása MSZ-08-1753/1-83 leírtak szerint mikrohullámú roncsolással teflon edényben, 1,5 mólos HNO<sub>3</sub>-dal és/vagy H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-dal történt. Az egyes elemeket ICP-JY 24-es szekvens spektrométerrel határoztuk meg. A mérési adatokat *Kádár (1993)* és *Köles (1995)*, az utaktól távoli területeken vett mintáinak elemtartalmához hasonlítottuk.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A talajminták ásványianyag-tartalmának alakulását az M3-as úttól mért különböző távolságokban az 1. táblázatban foglaltuk össze. Az adatokból kitű-

nik, hogy a vizsgált elemek közül a nikkeltartalom nem csökkent az úttól való távolsággal, így a kapott eredmények megközelítően azonosak Kádár (1993) és Köles (1995) adataival. A talajban mért cink, ólom, kadmium és króm tartalom az 1 m-es távolságban számottevően, a réz csak kismértékben haladja meg az 5 m távolságban mértet. A 15, 50 és 100 m-es távolságban gyűjtött minták cink, ólom, kadmium és réz tartalma lényegesen kisebb az első két (egy és öt m) távolságban mért átlagos értékeknél. A csökkenés ellenére is egy ill. két nagyságrenddel meghaladják cink, ólom és réz esetében Kádár (1993) és Köles (1995) értékeit.

1. táblázat

**Az M3-as autópálya mentén 0 – 10 cm mélységből vett talajminták mikroelem-tartalma az úttesttől mért különböző távolságokban (mg/kg sz.a., n=5x5)**

Távolság, m(1)		Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Cu
1	$\bar{x}$	331,00	365,00	0,31	3,50	3,80	15,00
	cv %	11,12	10,04	16,53	7,88	8,58	10,34
5	$\bar{x}$	120,00**	32,00**	0,17*	3,40	2,80	13,00
	cv %	2,38	13,35	21,59	12,43	11,56	35,16
15	$\bar{x}$	35,00**	21,00*	0,15	2,80	2,20	10,00
	cv %	10,39	29,77	18,69	14,51	15,11	19,49
50	$\bar{x}$	35,00	20,00	0,16	2,80	2,30	11,00
	cv %	13,88	6,88	16,78	6,93	13,26	19,73
100	$\bar{x}$	20,00	12,00	0,15	3,00	2,20	11,00
	cv %	18,13	12,82	18,06	19,79	18,09	10,53
Kádár (1993)		3,00	4,00	0,10	3,00	—	4,00
Köles (1995)		5,00	4,00	0,07	1,30	0,37	4,70

\* P≤5%

\*\* P≤1%

*Micro element content of soil samples taken from 0–10 cm depth at different distances from the M3 highway (mg/kg DM, n=5x5) distance from the highway(1)*

Az eltérések cink, ólom és kadmium esetében szignifikánsak egy és öt m, valamint cink és ólom viszonylatában 5 és 15 m távolságban. Tehát az úttól való távolság a nikkelt kivételével lényegesen befolyásolja a talajok cink, ólom, kadmium és réz tartalmát. Hasonló megállapításra jutott Albesei és Cottenie (1985), Harrison és Johnston (1985a,b) valamint Cseryh (1991). Kádár (1993) az M7-es autópálya mellett végzett a talajból nehézfém meghatározást 1, 5, 10, 30 és 100 m-es távolságban. A közölt eredmények meghaladják az általunk gyűjtött minták értékeit. Ez azzal magyarázható, hogy az M7-es autópálya melletti területek már hosszabb ideje nagy terhelésnek vannak kitéve, szemben az M3-as autópályával, amelyet csak alig valamivel több mint 10 éve adtak át. A forgalom is, különösen a nyári félévben, számottevően nagyobb az M7-esen, mint az M3-ason. A közutak mellett gyűjtött fűmintákban elsősorban az ólom, a cink, a nikkelt, a réz és a kadmiumtartalom növekedett, ami hasonló Ndiokwerw (1984) és Gratani és mtsai. (1992) megállapításaihoz.

A fűminták nehézfém-tartalmát a 33-as úttól különböző távolságban mérve az 1/a és b ábrák szemléltetik. Az ábrákon az összehasonlíthatóság érdekében Kádár (1993) adatait is feltüntettük. Megállapítható, hogy az úttól távo-

lódva a fűminták nehézfém-tartalma valamennyi elem esetében kisebb-nagyobb mértékben csökken. Az adatokat Kádár (1993) értékeivel összehasonlítva megállapítható, hogy 5, illetve 15 m-es távolságig valamennyi mért elem a cink és réz kivételével meghaladja azokat. A fűminták cink-, króm- és réztartalma szignifikánsan kevesebb (2. táblázat) az 50 m-es távolságban, mégpedig (a sorrendnek megfelelően) 8,90-, 0,29-, 0,72 mg-mal a 15 m-es távolságban mért értékeknél. A 33-as út mellett 50 m-es távolságból származó mintákban a vizsgált elemek mennyisége nem volt nagyobb az átlaghoz (Kádár, 1993) képest, ami feltehetően a viszonylag kis forgalomnak tudható be.

1/a. ábra: A 33-as út mellett gyűjtött fűminták mikroelem-tartalmának alakulása különböző távolságokban

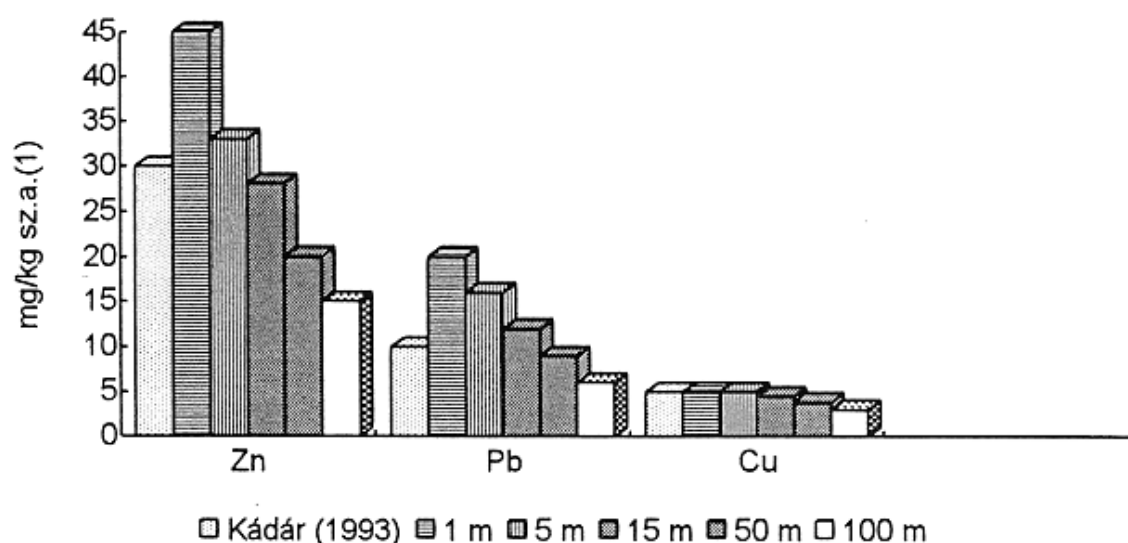


Fig. 1/a.: Micro element content variation of the grass samples beside the No. 33 main road collected in different distance dry matter(1)

1/b. ábra: A 33-as út mellett gyűjtött fűminták mikroelem- tartalmának alakulása különböző távolságokban

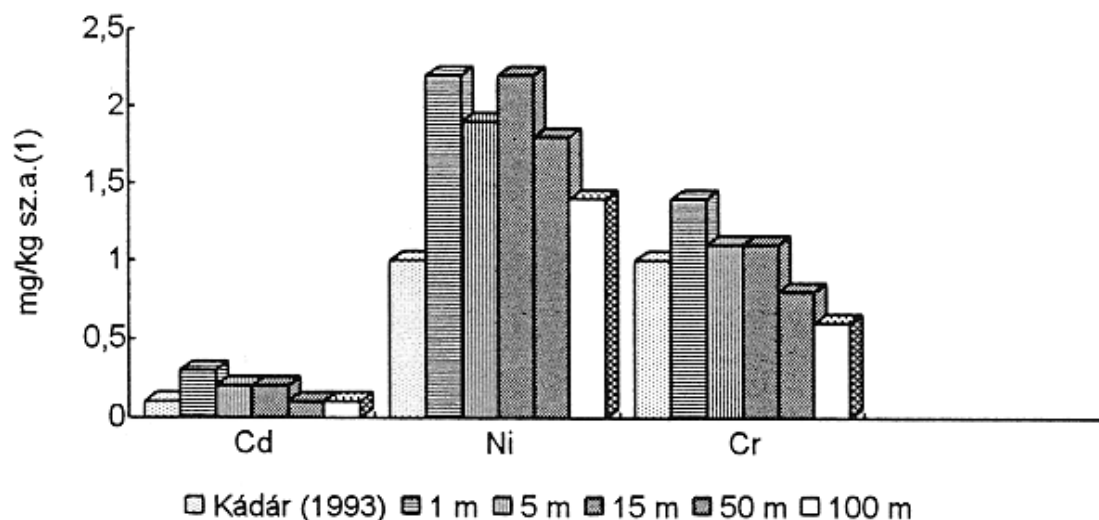


Fig. 1/b.: Micro element content variation of the grass samples beside the No. 33 main road collected in different distance dry matter(1)

Megfigyelhető azonban az Pb, Zn, Ni, és Cd felhalmozódás, amelynek mértéke függ az úttól való távolságtól. Hasonló megállapításokat tett Csernyh (1991).

A 15 m-es távolságban gyűjtött fűminták relatív cink, ólom és kadmium tartalma mintegy 40%-kal (3. táblázat) kevesebb, mint az úttesthez közeli 1 m-es távolságban gyűjtötteké. Az 50 m-es távolságban gyűjtött minták ugyanezen elemekből közel 60%-kal, a krómból több mint 40%-kal, a nikkelből és rézből 20%-kal tartalmazznak kevesebbet, mint az úttest közvetlen közelében gyűjtöttek.

2. táblázat

**A fűminták mikroelem-tartalmának változása az egymást követő mintavételi pontok között a 33-as út mentén (mg/kg sz.a., n=5x5)**

Távolság, m(1)	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Cu
1- 5	-12,63*	-4,07	-0,11	-0,33	-0,34	-0,05
5- 15	-5,73	-4,02	-0,02	+0,31	-0,01	-0,55
15- 50	-8,90*	-3,49	-0,06	-0,41	-0,29*	-0,72*
50-100	-5,27	-3,17*	-0,02	-0,40	-0,18	-0,82*

\* P≤5%

*Element content variation of the grass samples collected beside the different distance from the No. 33 main road (mg/kg DM, n=5x5) distance from the main road(1)*

3. táblázat

**A fűminták mikroelem-tartalmának %-os csökkenése az úttest melletti egy méteres távolsághoz viszonyítva, a 33-as út mentén (n=5x5)**

Távolság, m(1)	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Cu
5	27	20	37	15	24	1
15	40	40	43	1	24	12
50	60	57	63	19	44	26
100	71	73	70	37	57	42

1 méteres távolság= 100%(2)

*Relativ changing of the samples micro element content in grass beside the No. 33 main road to compare the 1 m distance condition (% , n=5x5) distance from the main road(1), 1 m distance= 100%(2)*

Az M3-as autópálya mellett gyűjtött fűminták mikroelem-tartalma hasonló a 33-as út mellettiékhöz, az úttól távolodva fokozatosan csökken (2/a és b. ábrák). Az M3-as mellett gyűjtött fűminták cink-, ólom-, kadmium-, nikkel-, króm- és réztartalmát összehasonlítva Kádár 1993-ban közölt értékeivel megállapítható, hogy az általunk gyűjtött minták még 100 m-es távolságban is többet tartalmazznak ugyanezen elemekből. Egy méteres távolságban több, mint 90 mg/kg a fű cinktartalma a szárazanyagban, az ólomtartalom pedig meghaladja a 60 mg/kg mennyiséget. Ez utóbbi a takarmányban megengedett határértéket is meghaladja, ami azt eredményezheti, hogy ha az állatok huzamos időn keresztül ilyen fűvet legelnek vagy a szénáját fogyasztják, káros lehet a szervezetükre. A cink mennyisége is messze meghaladja a szükségletet, ami kérő-

dzőknél 60 mg/kg a szárazanyagban, mivel azonban a tűréshatár >500 mg Zn/kg takarmány-szárazanyag, káros következménnyel nem kell számolni.

Az 1 és 5 méter távolság közötti minták ólom- és cinktartalma szignifikánsan eltér egymástól, a cink 40 mg/kg körülire, az ólom 18 mg/kg-ra csökken (4. táblázat). Kádár (1993) hasonló tendenciát tapasztalt a fűminták

Fig. 2/a.: A M3-as autópálya mellett gyűjtött fűminták mikroelem-tartalmának alakulása különböző távolságokban

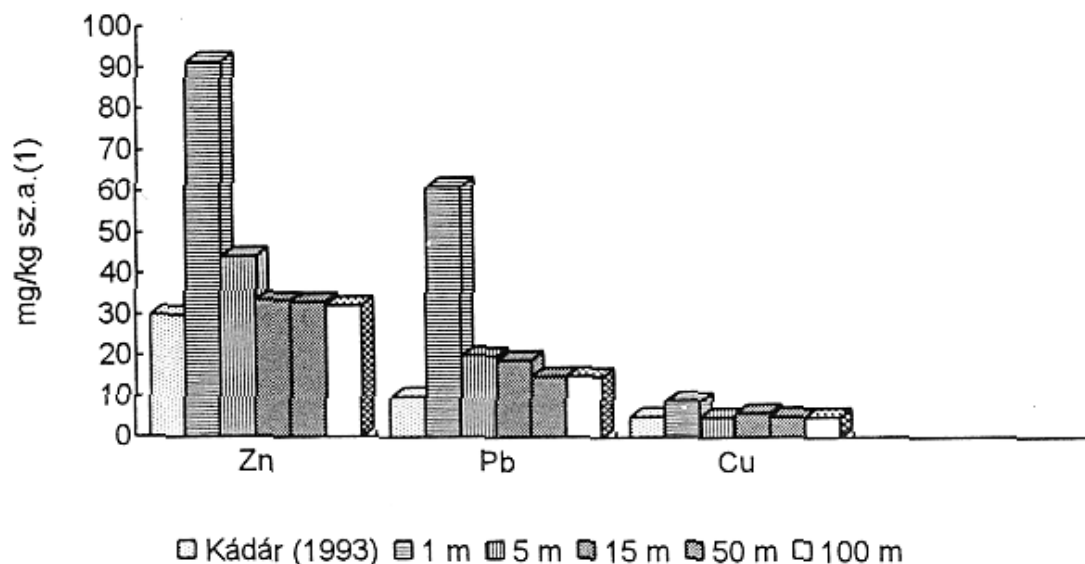


Fig. 2/a.: Micro element content variation of the grass samples was collected beside the M3 highway in different distance dry matter(1)

Fig. 2/b.: A M3-as autópálya mellett gyűjtött fűminták mikroelem-tartalmának alakulása különböző távolságokban

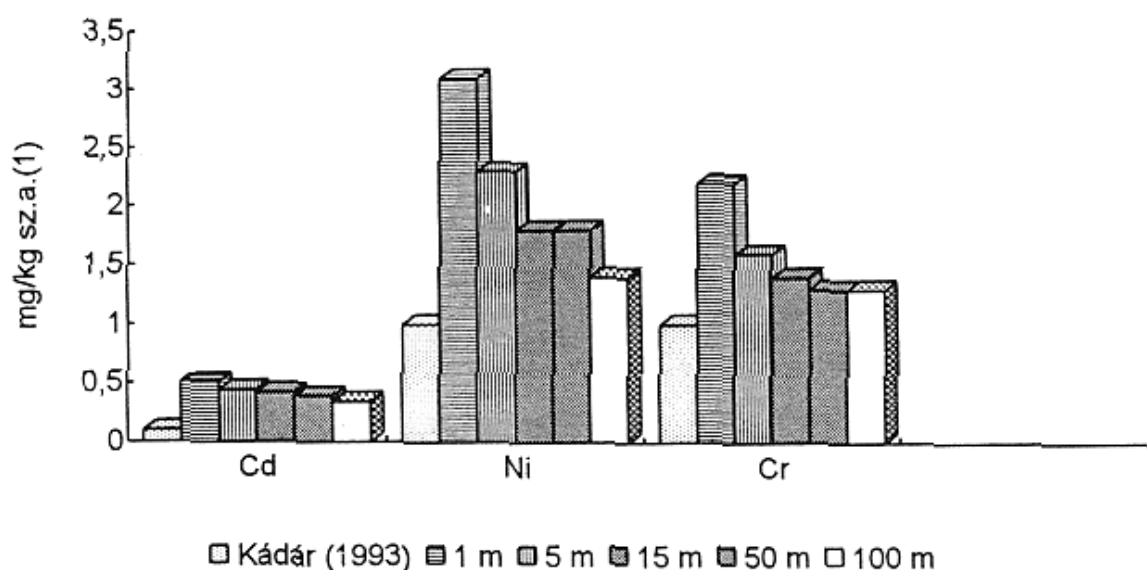


Fig. 2/b.: Micro element content variation of the grass samples was collected beside the M3 highway in different distance dry matter(1)



nehézfém-tartalma és az úttól mért távolság között. A csökkenés százalékos mértékében (5. táblázat) különbség mutatkozik a két út között, mivel az M3-as autópálya mellett 15 m-es távolságban gyűjtött fűminták cink- és ólom tartalma már több, mint 60%-kal, a nikkel tartalma 40%-kal, a króm és réz tartalma több mint 30%-kal, a kadmium tartalma viszont csak 18%-kal kevesebb mint az úttest közvetlen közelében. A 33-as úttól 15 m-es távolságban kapott értékek az előbbi sorrendnek megfelelően 40-, 40-, 0,9-, 24-, 12-, 43% (3. táblázat). Tehát a fűminták szennyezettsége az úttesttől távolodva az M3-as autópálya mellett a kadmium kivételével relative nagyobb mértékben csökken, mint a 33-as főút mellett.

4. táblázat

**A fűminták mikroelem-tartalmának változása az egymást követő mintavételi pontok között az M3-as autópálya mentén (mg/kg sz.a., n=5x5)**

Távolság, m(1)	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Cu
1- 5	-47,32*	-41,01*	-0,07	-0,78	-0,61	-4,20
5- 15	-10,67	-1,00	-0,02	-0,50	-0,20	+1,10
15- 50	-0,30	-3,99	-0,03	-0,10	-0,12	-1,02
50-100	-1,00	-0,11	-0,05	-0,40	-0,03	-0,08

\*P<5%

*Micro element content variation of the grass samples collected beside the different distance from the M3 highway (mg/kg DM, n=5x5)*  
distance from the road, m(1)

5. táblázat

**A fűminták mikroelem-tartalmának relatív változása az úttest melletti egy méteres távolsághoz viszonyítva az M3-as autópálya mentén (% , n=5x5)**

Távolság, m(1)	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Cu
5	52	67	14	25	28	47
15	63	69	18	41	37	34
50	64	75	24	45	42	46
100	65	75	33	57	44	47

1 méteres távolság=100%(2)

*Relativ changing of the samples micro element content in grass beside the M3 highway to compare the 1 m distance condition (% , n=5x5)*  
distance from the road, m(1), 1 m distance=100%(2)

## KÖVETKEZTETÉSEK

A 33-as út mellett 15 m-en túl gyűjtött fűminták még nem tekinthetők szennyezettnek, ez a viszonylag kis forgalomnak köszönhető, de megfigyelhető az Pb, Zn, Ni, Cu, és Cd akkumulációja, melynek mértéke függ az úttól való távolságtól.

Az M3-as út mellett különböző távolságban gyűjtött fűminták nehézfém tartalma 100 m-es távolságban is nagyobb az átlagos értékekénél, hasonlóan a talaj mintákéhoz, amelyek a felhalmozódás következtében nagyságrenddel meghaladják cink, ólom és réz esetében is Kádár (1993) értékeit.



Eredményeink alapján megállapítható, hogy a közutaktól távolodva a gyepnövényzet ólom, cink, níckel, réz és kadmium tartalma jelentősen, több esetben statisztikailag igazolható módon, csökkent.

A felhalmozódás veszélye miatt indokolt a távolabbi (5–15 m-en túli) területek legeltetése.

A probléma megoldásában a védősávok kialakítása és az árkok szerepének vizsgálata is fontos lehet.

Ezeknek pontos és tudományos igényű megállapításához további széleskörű adatgyűjtés szükséges.

### IRODALOM

- Albasel, N. – Cottenie, A.*(1985): *Water Air Soil Pollut.*, Dordrecht-Boston, 24. 1. 103–109.p.
- Blró, Gy.*(1987): A környezet erősödő savasodásának állategészségügyi és élelmiszerhigiéniai vonatkozásai. Szerk.: Fábán Gy., OKTH-MTA, Budapest, 293–308.p.
- Caswel, R.*(1985): *Envir. Cons.*, Lausanne, 5. 214–216.p.
- Crowder, A.*(1991): *Envir. Pollut., Ser. A.*, Barking-Essex, 2–4. 171–203.p.
- Csernyh, N.A.*(1991): *Agrohimija*, Moszkva, 3. 68–76.p.
- De Luca d' Alessandro, E. – Guasticchi, G. – Zantedeschi, E.*(1992): *Inquinamento*, Milánó, 34. 6. 50–54.p.
- Fedorov, A.Sz. – Potapova, N.E.*(1988): *Pocsvovedenie*, Moszkva, 3. 135–137.p.
- Gortach, E. – Gambus, F. – Michniak, A.*(1990): *Pol. J. Soil Sci.*, Warszawa, 23. 1. 17–23.p.
- Gratani, L. – Taglioni, S. – Crescente, M.F.*(1992): *Chemosphere*, Oxford, 24. 7. 941–949.p.
- Harrison, R.M. – Johnston, W.R.*(1985a): *The Science of the Total Environment*, Amsterdam, 46. 121–135.p.
- Harrison, R.M. – Johnston, W.R.*(1985b): *The Science of the Total Environment*, Amsterdam, 46. 137–145.p.
- Kamm, K.*(1985): *Wasser, Luft und Betrieb.*, Berlin, 7/8. 36–39.p.
- Kádár, I.*(1991): *A talajok és növények nehézfém-tartalmának vizsgálata. Környezet és Természetvédelmi Kutatások Akaprint (Kézirat)*, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest, 104.p.
- Kádár, I.*(1993): *Növénytermesztés*, Budapest, 42. 185–190.p.
- Köles, P.*(1995): *Agrokémia és Talajtan*. Budapest, 4. 441–449.p.
- Ndiokwerw, C.L.*(1984): *Envir. Pollut., Ser. B.*, Barking-Essex, 1. 35–42.p.
- Ocker, H.D. – Brüggemann, J.*(1986): *Getr., Mehl Brot*, Mainz, 40. 12. 23–27.p.
- Regiusné, Mócsényi Á.*(1990): *Állattenyésztés és Takarmányozás*, Budapest, 39. 3. 225–270.p.
- Regiusné, Mócsényi Á.*(1991): *Állattenyésztés és Takarmányozás*, Budapest, 40. 2. 151–161.p.
- Tölgyesi, Gy. – Vass, A.*(1984): *Agrokémia és Talajtan*, Budapest, 33. 125–138.p.
- Umland, F. – Cosack, E.*(1984): *Fresenius' Z. Analyt. Chem.*, Berlin, 318. 8. 581–587.p.

Érkezett: 1995. február  
 Szerzők címe: Gödöllői Agrártudományi Egyetem  
 Authors' address: Gödöllői University of Agricultural Sciences  
 H-2103 Gödöllő, Práter K. u. 1.