

A CSÁVÁZÓSZEREK HUMÁN VONATKOZÁSAI*

BERENCSI GYÖRGY
az orvostudományok kandidátusa

Orvostudományi Egyetem Közegészségtani és Járványtani Intézete, Szeged

A környezet vegyi tényezői az alábbi módon juthatnak az emberrel érintkezésbe:

1. A vegyi anyag gyártása, előállításának kapcsán,
2. a vegyi anyag felhasználása, alkalmazása révén,
3. a táplálékláncon át, vagy egyéb módon közvetve.

A humán kapcsolat első két formája a munkaegészségügy témaprofiljába tartozik és viszonylag kevés egyént érint. A harmadik forma viszont az általános higiéné és ezen belül a toxiko-higiéné keretébe tartozik és érinti a populáció nagy részét, vagy annak egészét. A téma, amely most sorra kerül a *higanyos csávázószerek* a környezetben és az ember egészségéhez való viszonyuk. Tudjuk, hogy manapság a vegyszeres növényvédelem az agrotechnika szerves és nélkülözhetetlen része és feltehetően még hosszú időre az. Ennek keretében alkalmazuk a higanytartalmú csávázószereket abból a célból, hogy a vetőmagot, esetleg növényeket a mikrobák, elsősorban a mikroszkópos gombák (fungicidek) nem kedvező hatásától megvédjük és e révén növeljük a terméshozamot. Nyilvánvaló, hogy a csávázott magvakkal higanyvegyületek kerülnek a talajba annak szennyeződését okozva.

Foglalkozzunk röviden avval a kérdéssel, vajon mit jelent a higanyos vegyületekkel történő csávázás a környezet szennyeződését illetően, vajon a higanynak milyen útja van, vagy lehet a környezetben, hogyan érheti el az embert és vajon ez a higanyfelvétel mit jelenthet az ember egészségére, vajon milyen álláspont látszik korszerűnek a károsodások, vagy az esetleges károsodások elhárítására?

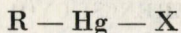
Elöljáróban meg kell említeni, hogy környezetünk higanytartalma kétféle eredetű, éspedig természetes és mesterséges.

A *természetes eredetű* higany geológiai származású és feltehetően jelen van a földkéreg mai alakjának kialakulása óta. Igen kis mennyiségben az élő anyag tartozéka is átlagban 0,02 ppm töménységben. Nem „idegen” anyag tehát.

A környezet *mesterséges higanyszennyeződése* többféle emberi tevékenység következménye, így származása lehet: a bányászat, az ipar és az agrokémia.

*A mezőgazdaság higiénéje c. anketon elhangzott előadás. Budapest, 1974. november 20.

A higanyos csávázószerek vegyi szerkezete az alábbi képlettel szimbolizálható:



Az általában használatos alapvegyületeket az I. táblázat mutatja.

Vizsgáljuk meg, vajon mi történik a csávázott magok révén a talajba kerülő higannyal? A Szegedi Orvostudományi Egyetem Közegészségtani és Járványtani Intézetében mintegy évtizede folyó modellkísérletek és szabadföldi vizsgálatok szerint (IMRE) a higany egy része a talajban megkötődik, és pedig annál nagyobb mennyiségben, minél gazdagabb a talaj agyagban. Az agyagmentes, vagy agyagban szegény talajokban a higany nem, vagy alig kötődik

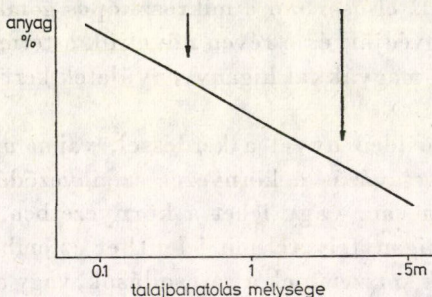
I. táblázat

A növényvédelemben többnyire alkalmazott higanytartalmú alapvegyületek

Metil-Hg	Metoxi-Etil-Hg
Etil-Hg	Etilén-Hg
Propil-Hg	Fenil-Hg
Butil-Hg	Ciklohexil-Hg
Oktil-Hg	HgCl ₂

meg, mélyre hatol és elérheti a talajvizet ennek szennyeződését okozva. Az 1. ábra modellszerűen szemlélteti ezt a törvényszerűséget.

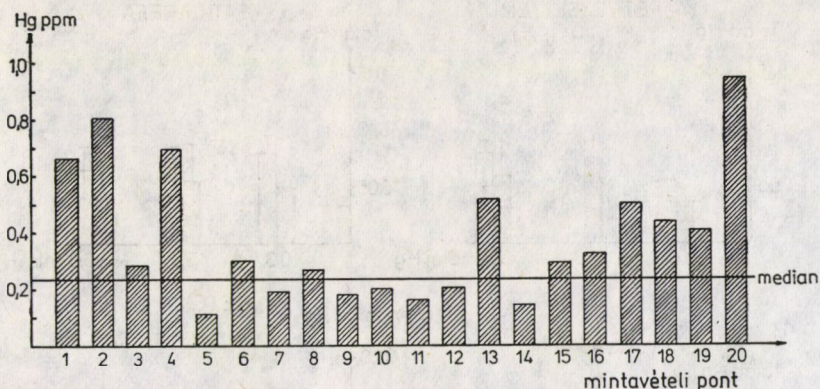
A körzetünkben található termőtalajokban a higany zömmel a talaj felső részé-



1. ábra. A talajba kerülő higany mélyre hatolása összefügg a talaj agyagtartalmával

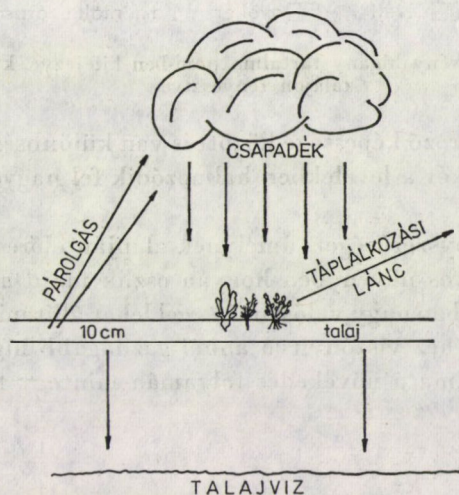
nek 8—10 cm-es rétegében kötődik meg és abban hosszabb ideig megtalálható (2. ábra).

A talajba jutott fungicid elsősorban a talaj mikroorganizmusainak hatására szerkezetében változik, szervesetlen higany válik szabaddá. Ebből újabb szervesetlen kötések keletkeznek, de nem zárható ki, szerves kötések keletkezésének lehetősége és az a lehetőség sem, hogy maga az eredeti szer is hosszabb időn át változatlanul megmarad. Kiderült pl., hogy olyan termőtalajban, amelybe 4 éven át



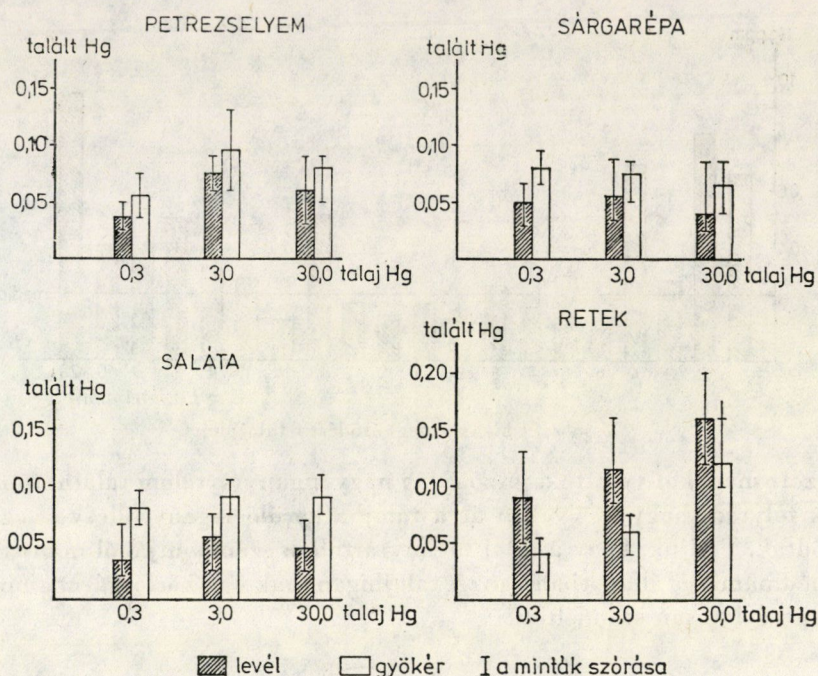
2. ábra A higany megkötődése a talajban

csávázott magokat vetettek, viszonylag nagy higanytartalom található, nyilván annak folytán, hogy az éveken át a talajba kerülő higany, illetve vegyületei tárolódtak. Tudjuk, hogy a talaj higanytartalom szempontjából nem statikus, hanem dinamikus állapotban van. A talajhiganynak van körforgása, amint ezt a 3. ábra vázlatosan szemlélteti.



3. ábra. A talajba kerülő higany körforgása

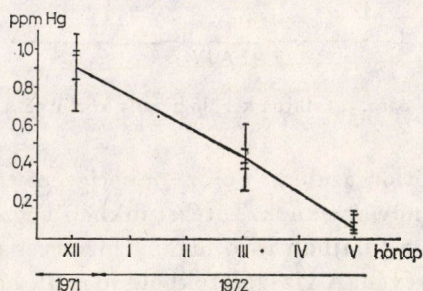
A talajhigany körforgásában, de az emberig érő táplálkozási láncban is jelentős szerepe van a növényeknek. Intézetünkben végzett modell- és szabadföldi kísérletek szerint a talajban levő higany bizonyos mértékig felvevődik a termesztett növények révén. A vizsgálatokból kiderült, hogy a különböző növények higanyfelvétele a talajban levő higany mennyiség függvénye, de van olyan is, amely nem a talaj higanytöménységének függvényében veszi fel ezt a fémeket.



4. ábra. Néhány zöldségnövény higany tartalma ppm-ben kifejezve, különböző Hg tartalmú talajon tenyésztve

A növényi részek raktározó képessége között is van különbség, egyszer a gyökök, vagy gumók, máskor a levelekben halmozódik fel nagyobb mennyiségben (4. ábra).

Olyan általános törvényszerűséget, amelynek alapján előre meg lehetne mondani, vajon egy bizonyos növényben hogyan oszlik majd meg a higany, nem ismertünk föl. Azt azonban nagy valószínűséggel lehet állítani, hogy minél fiatalabb a növény, tömegéhez viszonyítva annál gazdagabb higanyban (5. ábra). A növény higanytartalma a növekedés folyamán mintegy felhigulni látszik a



5. ábra. Az őszi búza növény higanytartalmának változása (mintavételi vizsgálati adatok átlaga alapján)

növényi szövetekben, annak ellenére, hogy ugyanabban a talajban a higany-tartalom lényegesen nem változik (II. és III. táblázat).

Az elmondottakból nyilván következik, hogy a legelő állatok a növény fiatal hajtásaiból vehetik fel a legnagyobb higany-mennyiséget. A késő őszi és

II. táblázat

A fejlődő búza higanytartalma ppm-ben.

A mintavétel olyan területen történt, ahol 4 éven át higanyos fungiciddal csávázott magot vetettek (Imre és Berencsi munkájából)

Minta száma	1971. december	1972.	
		március	május
1.	0,68	0,28	0,10
2.	0,98	0,63	0,12
3.	1,08	0,50	0,09
4.	0,85	0,40	0,08
5.	1,00	0,43	0,09
Átlag:	0,91 100%	0,45 49,45%	0,10 10,91%

III. táblázat

*Talajminták ugyanannak a területnek a felső rétegéből, amelyben a II. táblázatban foglalt eredményt adó búza termett.
A higanytartalom ppm-ben adott (Imre és Berencsi munkájából)*

Minták száma	1971. december	1972.	
		március	május
1.	0,20	0,16	0,20
2.	0,23	0,30	0,16
3.	0,13	0,20	0,21
4.	0,18	0,22	0,22
5.	0,21	0,15	0,19
Átlag:	0,19	0,21	0,19

téli időszakban részben elhullott, részben vadászat segítségével begyűjtött mezei nyulakat megvizsgáltuk. Tudjuk, hogy ezeknek az állatoknak a mozgási körzete 1/2—1 km körül van, a viszonylag nagy higanytartalmú területeken begyűjtött állatok tehát feltehetően az ott termett növényzetet legelték. Kiderült, hogy az ilyen állatok veséjében és májában a higanytartalom a kontrollhoz viszonyított mennyiséget jelentősen meghaladja (IV. táblázat).

IV. táblázat

*Vadnyulak szerveiben talált higany mennyisége ppm-ben
Télen végzett vizsgálatok
(Imre és Berencsi munkájából)*

Év	Próbák száma	Máj	Vese
	kontroll	0,03	0,02
1971	1	2,00	6,00
	2*	2,00	8,60
	3*	5,10	6,70
1972	4	1,30	5,10
	5	0,50	3,50
	6	1,10	5,40
	7	0,30	2,40
	8	1,10	2,20
	9	1,70	4,20
	Átlag	1,70	4,90

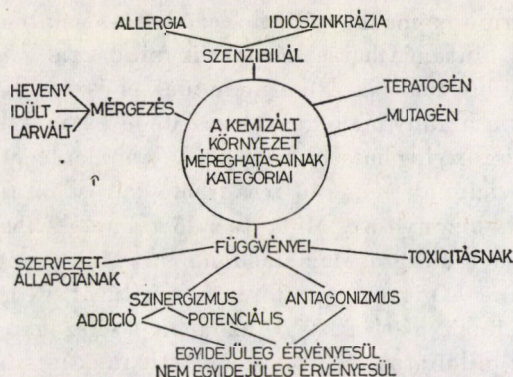
* Elhullott állat.

Nyilvánvaló, hogy az ilyen állatok fogyasztása hasonlóan a higannyal exponált halakhoz az ember számára is higany terhelést okozhat. Az a szerencse, hogy mezei nyulak esetében ezek fogyasztása csak szezonyszerű és a mi táplálkozási módjaink között viszonylag ritka. Nem valószínű, hogy ember manifest károsodásához vezetne.

Az elmondottak alapján világos, hogy a ma embere, különösen azokon a földrajzi területeken, ahol a mezőgazdaságban higanyos vegyületeket folyamatosan és hosszú időn át alkalmaznak olyan tömegmértékű higanyexpozíció alatt áll, amely jelentősen nagyobb, mint előző történelmi kategóriák populációi esetében volt. Az expozíció történhetik esetleg kontakt úton, vagy a levegőben levő szublimált higanyvegyület, vagy a higanytartalmú por belélegzése révén, higanytartalmú víz fogyasztása, továbbá a táplálkozási lánc rendkívül sokrétű változata folytán. Mindezek alapján felmerül a kérdés, hogyan tovább, kell-e valamit tenni és ha igen, mit? Mielőtt a felvetett kérdést tovább taglalnám, szükségesnek látszik a vegyi károsodások ma ismert kategóriáiról röviden szólni. Az elmúlt évtizedek alatt ugyanis a vegyi károsodások olyan sokrétű lehetőségét ismertük meg, ami a problémát rendkívül bonyolítja. Tudjuk, hogy a különböző vegyi anyagok nemcsak a klasszikus formában jelentkező heveny, félheveny vagy idült mérgezést okozhatják, hanem a szervezet károsodásának sokrétű formáit, amint ezt az V. táblázat szemlélteti.

A klasszikus mérgezés kivételével valamennyi felsorolt károsodás mikrobiológiai adagoktól is létrejöhet elvben még az ún. „no effect” dózisoktól is, ha azok long term hatásúak. Az egyes élelmiszerekben megengedett Hg mennyiségek ugyanis — amelyek ma általában 1—0,05 ppm közöttiek országok és

V. táblázat



anyagok szerint — a hosszú tapasztalatra és célzott vizsgálatokra épült konvencionális értékek, amelyek abszolútnak nem tekinthetők. Ugyanezt mondhatjuk a megengedhető heti összhigany bevitelre nézve is, ami 0,3 mg, amelyben methylmercury ne legyen több, mint 0,2 mg. Ez a mennyiség megfelel 0,005 mg, illetve 0,0033 mg/testsúly kg értéknek. Az ellenőrzésnek volna még egy módja is. Keresni olyan paramétereket, amelyek az esetleg már aggályos higanyexpozíciót jelezhetik, s ennek segítségével valami monitorrendszert találnánk. Ma szabatos értékelő módszernek látszik az expozícióra nézve a vérben, vagy a hajban a higany meghatározása. Ez utóbbi higanytartalma ne haladja meg az 50 $\mu\text{g/g}$ mennyiséget. Ezek az értékek azonban szintén csak előzetesek, mivel még sok paramétert nem ismerünk, s a higany iránti érzékenységekben nagy egyedi különbségek is vannak.

Mi a helyzet a jelenlegi higanyexpozíciót illetően? Alapvető, hogy az expozíció tömegmértetű és gyakorlatilag az egész populációt érinti. Az eddigi tapasztalatok szerint az a mikROTOXIKOLÓGIAI expozíció, ami populációs méretű nem éri el azt a töménységet, ami a klasszikus mérgezés bármely formáját létrehozná. Azok az esetek, mint a Japánban megismert Minamata betegség stb. technikai hibák és a környezet általános szennyezettségét jóval meghaladó higanyexpozíció következményei. A no effect long term expozíció ténye mellett azonban a probléma felismerése, megérzése nélkül elmenni nem lehet. Tudjuk ugyanis, hogy a higany szervezetet károsító hatása sokrétű, mint az idegrendszeri tünetek, a veseműködés zavara, nyálkahártyák rendellenességei, továbbá keringészavar és bőrtünetek.

Különösen kiemelhető az idegrendszerre érvényesülő hatás, ami ma a mikROTOXIKOLÓGIA egyik fontos kutatási területe tekintettel arra a körülményre, hogy az idegrendszer vizsgálatának módszerei az elmúlt években rendkívül finomultak. Nem hagyható figyelmen kívül az a körülmény sem, hogy a higanyvegyületek iránt viszonylag könnyen és gyakran alakulhat ki túlérzékenység, amely tény már nyomnyi expozíció esetében is fontossággal bírhat.

Végül vannak olyan előzetes adatok, amelyek arra utalnak, hogy a higanyexpozíciónak esetleg kromozóma-anomáliát okozó hatása szintén lehet. Így előtérbe kerül az esetleges mutagén hatás kérdése is mindazzal a bonyolult problémakörrel együtt, ami ide tartozik. Nem mehetünk el észrevétlenül amellett a tény mellett sem, hogy a higany biológiai felezési ideje a hepato-biliáris-intesztinális körforgás miatt viszonylag hosszú. Tényleges és a jelenlegi tömegméretű mikrottoxikológiai expozíciónak emberen lesűrhető káros hatása azonban egyelőre kétségtelenül nem bizonyított. Mi a teendő tehát? Abban az esetben, ha a higanyvegyületeknek az agrokemizálásban nem volna jelentős szerepe, nyugodtan kívánni lehetne a higanyvegyületek kiszorítását. A higanyos csávázó- és növényvédő szereknek a jelentősége azonban a mezőgazdaságban manapság rendkívül nagy és pillanatnyilag nélkülözhetetlennek látszanak. Ebben az esetben viszont egy olyan intézkedést, amely a higanyos növényvédőszereket az agrokemizációból kizárná nem lehet megindokolni a vázolt és rendelkezésre álló adatok alapján.

Jelenleg szabatosnak az az álláspont látszik, amely szerint nagy gondot kell fordítani arra, hogy a higanyos növényvédő szereket pontosan a hivatalos előírásoknak megfelelően használják és minden olyan felesleges vagy túlméretezett szóródást, ami a környezet további szennyezéséhez vezethetne lehetőleg el kell kerülni. A vázolt felfogás azonban nyilvánvalóan azonnal megváltozik, ha a higany mikrottoxikológiai expozíciójának emberen valami káros következménye kétségtelenül bizonyíthatóvá, vagy a higanyt agrokémiai szinten tökéletesen helyettesítő és toxikológiailag nem aggályosabb fémmentes szer tömegméretekben alkalmazhatóvá válnék.