

A talajmikroszervezetek és a herbicidek kölcsönhatásáról II.

A talajban élő mikroszervezetek hatása a talajba került herbicidekre

(Szakirodalmi összefoglalás)

A talajba került herbicidek különböző fizikai, kémiai és biológiai hatások következtében előbb vagy utóbb felhigulnak, kilugozódnak, átalakulnak, elbomlanak, miközben biológiai aktivitásuk fokozatosan csökken [31, 50]. A preparátumok párnymása szabályozza a párolgási veszteségüket. A szivárgó esapadékvíz és egyéb mechanikai tényezők hatására a preparátum egyre mélyebbre kerülhet. Így a gyomirtáshoz és a biológiai hatás kifejtéséhez szükséges herbicid töménység a talaj felső rétegeiben fokozatosan csökken. A talaj adszorpciós komplexumának jellegétől

függően több-kevesebb mennyiség adszorbeálva inaktív állapotba kerül. A talaj szervetlen és szerves reakcióképes vegyületeivel sajátosságai szerint reakcióba lépve részben átalakul, detoxifikálódik. Maguk a növények is gyökereik útján a preparátum egy részét felveszik, lokótik, inaktíválják, amelynek következtében a talajban a hatékony mennyiségük ugyancsak csökken.

A talajban élő mikroszervezetek, legalább is egy részük, tevékenységükkel valószínűleg ugyancsak résztvesznek a talajba került herbicidek átalakításában, a talaj méregtelenítésében, detoxifikálásá-

ban. DE ROSE, NEWMAN [12] a 2,4-D hatóanyagú herbicidekkel végzett vizsgálatai során megállapította, hogy a sterilizált talajokban csak igen minimális és gyakorlatilag elhanyagolható a herbicidek mennyiségének csökkenése.

Amint arra már korábban rámutattunk, a herbicidek természetétől és a körülményektől függően eltérő lehet a talajban lefolyó biológiai hatásosított folyamatok időtartama. A különböző abiotikus és biotikus hatásosított mechanizmusok együttesen idézik elő a herbicidek biológiai inaktiválását. Ennek lefolyása nyilván függ a preparátum stabilitásától is.

A rendelkezésünkre álló irodalmi anyag alapján röviden összefoglaltuk a talajba került herbicidek mikrobiológiai átalakításával, a talajok mikrobiológiai mérgetelenítésével kapcsolatos ismereteinket.

A 2,4-D hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása

BELL [8, 9], STEENSON, WALKER [45, 47] szerint egy *Achromobacter sp.* e hatóanyagokat lebontja, ha a molekula nem klórozott és az ortó állású szabad karoxil csoport lehetőleg az aeterkötéshez béta állásban foglal helyet, továbbá ha csak két klór atomot tartalmaz a gyűrűn és ezek para helyzetben vannak egymáshoz. Savanyú közegben és idősebb tenyészetekben a bontás aktivitása csökken.

AUDUS [4, 5], AUDUS, SYMONDA [7] ún. globiform baktériumokról, WALKER és NEWMAN [51] egy *Mycoplana*-hoz közelálló mikroorganizmusról, REID, DOUROS [39] egy *Cerinebaktérium sp.*-ről, WEEKS [52], JENSEN és PETERSEN [30] a *Flavobacterium aquatile*, SPICHER [42], és mások [44, 45, 46, 47] a *Flavobacterium peregrinum* mikroorganizmusról írták, hogy lebontják e herbicidet. JENSEN [26] kísérletében hatvankét gombatörzs között egy sem volt, amely megbontotta volna a 2,4-D molekulát, amely szabaddá tette volna a Cl-t. UERIZSY [50.] könyvében a *Bactérium globiforme*, *Bactérium '2'*, *Nocardia coeliaca*, *Nocardia sp.* mikroorganizmusról említette meg, hogy lebontják a hatóanyagot.

STEENSON, WALKER [45] megállapították, hogy a molekula-törmelék Cl tartalmú része marad a lebontás során későbbre. ALEXANDER, ALEEN, [2] és mások [44] szerint a végleges lebontás gyűrű hasítással kapcsolatos. WALKER és NEWMAN [51] a lebontás alkalmával fenoxisav és fenol közbeeső termékek fellépését nem feltételezik. AUDUS [6] és mások

[46] feltevése szerint a lebontás során először 2,4-diklórfenol és 4-klórbenzokatechin keletkezik. ROGOFF, REID [40] megfigyelései szerint a 2,4-D aminosó nehezebben bomlik le, mint a Na só. JENSEN, PETERSEN [29] és mások [2,3] vizsgálataiban 100 mg/l, azaz 115 kg/kh adag lebontása 2–3 hetet vett igénybe. STAPP, SPICHER [44] és mások [40, 45] szerint gyorsabb a hatóanyag lebomlása szervesanyagban gazdagabb és levegősebb talajban. BROWNBRIDGE [10] és mások [3,40, 45, 51] megfigyelték, hogy a preparátum lebomlása gyorsabban megtörtént, ha megfelelő bontóképességű mikroorganizmusetek juttattak a talajba. AUDUS [5] és mások [7] három szakaszt különítenek el a talajba került herbicidek inaktiválódása folyamán: 1. a talajkolloidok mintegy 0,167–0,035 mg/gr mennyiséget adszorbeálnak, 2. a bontó mikroorganizmusetek lag-fázisban vannak és még nem detoxifikálnak, 3. a bontó szervezetek lag-fázisba kerülnek és intenzíven bontják a herbicideket. Azt is megállapították [5, 6, 8, 46], hogy ha a 2,4-D lebontására alkalmas mikroorganizmusetek kellő mennyiségben vannak jelen a talajban, akkor az MCPA-t tartalmazó preparátum is hamarabb bomlik, de feltételezik, hogy a folyamat más enzimeket igényel.

Az MCPA hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása

AUDUS [5, 6], ALEXANDER, ALEEN [2], BROWNBRIDGE [10], DE ROSE, NEWMAN [12], JENSEN, PETERSEN [30], STEENSON, WALKER [45, 46] megállapították, hogy a kezelést követően a talajban 9–11 hét alatt a hatóanyag bontására képes mikroflóra alakul ki. Ha a talajt MCPA vegyületet bontó mikroorganizmusetekkel gazdagították, akkor 2 hét alatt 200 kg/ha adag bomlott le és a C tartalom több mint feléből CO₂ képződött. Kezdetben 5-klór-2-kresol képződött, majd a gyűrűk hasítása is bekövetkezett. A steril talajban két hétnél is tovább tartott a lebomlás. Aerob feltételek elősegítik a detoxifikációt, amelyben a *Flavobacterium peregrinum* és egy *Achromobacter sp.* működött közre. UERIZSY [50.] könyvében egy *Mycoplana sp.* és a *Bactérium '2'* szervezetekről említette meg e hatóanyag lebontását.

A DNOC hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása

STANEK, RIDKY [43] szerint 0,01%-os herbicid koncentrációban a bontás még erőteljesen, de nagyobb töménység esetén

gyengébb intenzitással folyik le. A talaj szervesanyag tartalma is befolyásolta a bontás sebességét. GUNDERSEN, JENSEN [17] leírták, hogy egy *Azotobacter sp.* és az *Arthrobacter simplex* baktérium bontja e preparátum hatóanyagát. Ha semleges és lugos talajokat e szervezetekkel gazdagítottak, úgy az elősegítette a detoxifikáció lezajlását.

A DNBP hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása

DOUROS és REID [13, 44] kísérleteiben e hatóanyagot egyedüli C forrásként aerob tenyészetekben 20 nap alatt a *Pseudomonas aeruginosa* 90%-ban, a *Pseudomonas putida* csak 50%-ban bontotta le.

A TCA hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása

HIRSCH, ALEXANDER [20], HIRSCH, STELLMACH-HELWIG [21], JENSEN [25, 26, 27, 28] adatai szerint alacsony hőmérsékleten, savanyú talajokban e vegyület lebontása nagyon elhúzódik. A bontásban részt vesznek az *Arthrobacter* és a *Pseudomonas* baktériumok. A vizsgált *Nocardia*hoz sorolható törzsek, valamint hatvankét gombatörzs nem tudta a Cl-t szabaddá tenni a vegyületből. UBRIZSY [50] szerint a *Trichoderma viride* gomba képes e hatóanyag lebontására.

A Simazin herbicid mikrobiológiai lebontása

GUILLEMAT [15], és munkatársai [16] kísérleteiben — a táptalaj energiaforrásától ugyan befolyásoltan — e preparátum hatóanyagát N-forrásként jól hasznosította a *Fusarium oxysporum*, *Fusarium avenaceum*, *Penicillium cycloptum*, *Penicillium lanoso-coeruleum*, *Cylindrocarpon radiclecola* és egy *Stachybotrys sp.* gomba. PÁNTOS, GYURKÓ, TAKÁTS, VARGA [37] megállapították, hogy rhizoszférából izolált tizenegy baktérium, tizenhét sugárgomba, valamint talajból izolált nyolc mikroszkópikus gombatörzs közül egyesek igen kis mértékben egyedüli C, N és C—N forrásként hasznosítják e hatóanyagot. Egyedüli C forrásként négy baktérium és öt sugárgomba; egyedüli N forrásként nyolc baktérium, tizenhat sugárgomba és négy mikroszkópikus gomba; egyedüli C—N forrásként négy baktérium és öt sugárgomba törzs. A törzsek különösen glukóz mellett N-forrásként hasznosították e vegyületet. Vannak olyan mikroorganizmusok is, mint a *Pseudomonas*

chrysea (B—2/a), *Ps. radiobacter* (K—1/a) és a K—4/a baktériumok s a *Streptomyces viridogenes* (KA/34), valamint KA/112/56 sugárgomba törzsek, amelyek egyaránt fel tudták használni tápanyagul a KET-et egyedüli C, N és C—N forrásként. A *Pseudomonas dacunchae* (B—4/a) baktériumtörzs a glukózt és a NO₃-ot tartalmazó kontroll sorozat táptalajában nem fejlődött, de egyedül N és C—N forrásként KET-et tartalmazó sorozatokban tenyésztett, ALBERS, HOMBURG [1], BURNSIDE, SCHMIDT, BEHRENS [11] megállapították, hogy a talajban a preparátum 4—5 kg/ha hatóanyagból 40—44 hét alatt 90—95% átalakult. RAGAB, MCCOLLUS [38] laboratóriumi kísérletében a gyűrűk hasadásával nagyobb adagok is lebomlottak egy hét alatt.

A 2,4, 5-T hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása

UBRIZSY [50] egy *Mycoplana sp.* baktériumról említi meg a hatóanyag lebontását. DEROSE, NEWMAN [12] megállapították, hogy az 5 ppm hat hétnél rövidebb, a 2,5 ppm adag három hétnél rövidebb idő alatt bomlott le a talajban. Steril talajokban detoxifikációt nem tapasztaltak. ALEXANDER, ALEEM [2] szerint a talajszuszpenzió 86 ppm-es adagban még 205 nap alatt sem bontotta le e vegyületet. AUDUS [5] szerint 270 nap szükséges a bontásra képes specialisták elszaporodásához, amelyek a 2,4-D és MCPA hatóanyagot is inaktíválják. WHITESIDE, ALEXANDER [53] megállapította, hogy a-4 (2,4,5-triolorfenoxi) vajsav és a 2-(2,4,5-trioklorfenoxi) propionsav lebontása egyaránt nagyon lassan indul meg.

A PCP hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása

YOUNG, CAROL [54] szerint szervesanyagban gazdag körülmények között 15 kg/ha adag hét hét után teljesen, 7,5 kg/ha adag három hét után 50%-ában bomlik le. ALEXANDER, ALEEM [2] vizsgálataiban az 50 ppm adag tíz hét alatt, a talajszuszpenzióban levő mikroszervezetekkel nem volt lebontható.

A Nátriumklorát herbicid mikrobiológiai lebontása

NELSON [36] véleménye az hogy, a talajban élő mikroszervezetek közvetlen vagy közvetve részt vesznek e hatóanyag lebontási folyamataiban. HARPER [18],

JANSSON, TORSTENSSON [24] megállapították, hogy anaerob körülmények a clorátamint gyorsan redukálják.

A Szervetlen thiocianát hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása.

GLEEN [14] szerint a *Thiobacillus thiocyanoxidans* baktérium a thiocianátot először cyanát és sulfidra hidrolizálja. A cyanát CO_2 -re és NH_3 -ra bomlik, a szulfid szulfátra oxidálódik.

A Mésznitrogén herbicid mikrobiológiai lebontása

MÜLLER [35] szerint *Pseudomonas* sp.-ek és *Actionomyces* sp.-ek vesznek részt a lebontásban. HOOVER, COLMER [23], LAMAIRE, BRUNEL [32], SCHMALFUSS [41], TAM, CLARK [48] megállapították, hogy 12 hónap alatt 100 mg Ca-cianamid-N ammonifikálódik és 18 hónap alatt csak 100–400 mg ammonifikált N nitrifikálódik száraz talaj kilogrammonként. LÖHNIS [35] szerint az első hidrolízis termék a húgyanyag.

A CMU hatóanyagú herbicidek mikrobiológiai lebontása

DOUROS és REID [13, 39] megállapították, hogy e hatóanyagot egyedüli C forrásként a *Pseudomonas chlororapsis* és a *Ps. desmolyticum* baktériumok hasznosították.

A Dalapon herbicid mikrobiológiai lebontása

HIRSCH és munkatársai [19, 20, 21] JENSEN [25, 26, 27], MAGEE és COLMER [34] leírták, hogy e vegyületet C forrásként az *Agrobacterium* sp., *Nocardia* sp., *Pseudomonas* sp., *Actinomyces* sp. hasznosítani tudta. A molekula Cl tartalmának 10%-a 3 hét alatt felszabadult. Steril talajban HOLSTUN, LOOMIS [22], THIEGS [49] szerint 2° C hőmérsékleten a bontás nem volt megfigyelhető.

Irodalmi adatok alapján UBRIZSY [50] könyvében a *Pseudomonas fluorescens* és a *Pseudomonas putida* amilalkohol; egy *Pseudomonas* sp. monokloreccsav; egy *Agrobacterium* sp. dikloreccsav; a *Nocardia opaca* 2,4-DB (2,4,5-triklorfenoxi-/vajsav alapú) és MCPB (4-/2-metil-4-klorfenoxi-) vajsav alapú; a *Nocardia corallina* allilalkohol; a *Trichoderma viride* monoklor- és dikloreccsav; egy *Clonostachys* sp. monokloreccsav hatóanyag lebontóképeségét említette meg.

A bemutatott irodalmi anyag alapján megállapíthatjuk, hogy több mikroszervezet herbicid-hatóanyag-bontó képességét írták már le. Egyes szervezetek nem, mások pedig bontják e preparátumokat. Feltételezhető, hogy a talajban az egyes vegyületek detoxifikálásában speciális mikroflóra vesz részt. A 2,4-D, MCPA és valószínűleg a DNOC, 2,4,5-T lebontásában ugyanazon fajhoz tartozó szervezetek is résztvesznek. A talajba került herbicidek biológiai aktivitásának csökkentésében a mikroszervezetek ugyanúgy résztvesznek, mint a talaj fizikai és kémiai, továbbá egyéb biológiai faktorai. A talaj mérgeztelenítése számos tényező egyidejű kölcsönhatása alatt megy végbe.

Irodalom

- [1] AELBERS, E. & HOMBURG, K.: De inactivering en penetratie van simazin in de grond. Meded. Landhogesch. Gent **24**. 893–898. 1958.
- [2] ALEXANDER, M. & ALEEM, M. I. H.: Effect of chemical structure on microbial decomposition of aromatic herbicides. J. agr. Food Chem. **9**. 44–47. p. 1961.
- [3] AUDUS, L. J.: The biological detoxication of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in soil. Plant and soil **2**. 31–36. 1949.
- [4] AUDUS, L. J.: Biological detoxication of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in soils: isolation of an effective organism. Nature **166**. 356. 1950.
- [5] AUDUS, L. J.: The biological detoxication of hormone herbicides in soil. Plant and Soil. **3**. 170–192. 1951.
- [6] AUDUS, L. J.: The decomposition of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid in the soil. J. Sci. Food. Agric. **3**. 268–274. 1952.
- [7] AUDUS, L. J. & SYMONDS, K. V.: Further studies on the breakdown of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid by a soil bacterium. Ann. appl. Biol. **42**. 174–182. 1955.
- [8] BELL, G. R.: Some morphological and biochemical characteristics of a soil bacterium which decomposes 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. Canad. J. Microbiol. **3**. 821–840. 1957.
- [9] BELL, G. R.: Studies on a soil Achromobacter which degrades 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. Canad. J. Microbiol. **6**. 325–337. 1960.
- [10] BROWNBRIDGE, N.: Studies on the breakdown of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and some related com-

- pounds by soil microorganisms. Ph. D. Thesis. Univ. London 1956.
- [11] BURNSIDE, O. C. SCHMIDT, E. L. & BEHRENS, R.: Dissipation of simazine from the soil. *Weeds* **9**. 477—484. 1961.
- [12] DEROSE, H. R. & NEWMAN, A. S.: The comparison of the persistence of certain plant growth-regulators when applied to soil. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* **12**. 222—226. 1948.
- [13] DOUROS, J. D. & REID, J. J.: Decomposition of certain herbicides by soil microflora. *Bact. Proc. Baltimore* **23**—24. 1956.
- [14] GLEEN, H.: Microbiological oxidation of ammonium and thiocyanate ions in soil. *Nature*. **168**. 117—118. 1951.
- [15] GUILLEMAT, J.: Interactions entre la simazine et la mycoflore du sol. *Compt. rend. Acad. Sci.* **250**. 1343—1344. 1960.
- [16] GUILLEMAT, J., CHARPENTIER, M., TARDIEUX, P. & POCHON, J.: Interactions entre une chloroaminotriazine herbicide et la microflore fongique et bactérienne du sol. *Ann. Inst. Nat. Rech. Ser. C. Ann. Epiphyt.* **11**. 261—296. 1960.
- [17] GUNDERSEN, K. & JENSEN, H. L.: A soil bacterium decomposing organic nitrocompounds. *Acta Agric. Scand.* **6**. 100—114. 1956.
- [18] HARPER, H. J.: The use of sodium chlorate in the control of Johnson grass. *J. Amer. Soc. Agron.* **22**. 417—422. 1930.
- [19] HIRSCH, P.: Die Entgiftung von Unkrautbekämpfungsmitteln (Herbiciden) durch Bodenmikroorganismen. *Kali-Briefe* **5**, Fachgeb. 1. 5. Folge, 1—6. 1960.
- [20] HIRSCH, P. & ALEXANDER, M.: Microbial decomposition of halogenated propionic and acetic acids. *Canad. J. Microbiol.* **6**. 241—249. 1960.
- [21] HIRSCH, P. & STELLMACH-HELWIG, R.: Zur Frage des Abbaus von α -Dichlorpropionsäure und Trichloressigsäure (TES) durch propionsäureverwertende Pansen- und Bodenbakterien. *Zbl. Bakt. Abt. 2.* **114**. 683—686. 1961.
- [22] HOLSTUN, J. T. & LOOMIS, W. E.: Leaching and decomposition of 2,2-Dichloropropionic acid in several Iowa soils. *Weeds* **4**. 205—217. 1956.
- [23] HOOVER, M. E. & COLMER, A. R.: The action of some herbicides on the microflora of a sugarcane soil. *Proc. Louisiana Acad. Sci.* **16**. 21—27. 1953.
- [24] JANSSON, S. L. & TORSTENSSON, G.: Om natriumkloraters reduction och inverkan på omsättningen i stallgödsel och halm. *K. Skogs-Lantbruksakad. Tidskr.* **96**. 365—383. 1956.
- [25] JENSEN, H. L.: Decomposition of chloro-substituted aliphatic acids by soil bacteria. *Canad. J. Microbiol.* **3**. 151—164. 1957.
- [26] JENSEN, H. L.: Decomposition on of chloro-organic acids by fungi. *Nature* **180**. 1416. 1957.
- [27] JENSEN, H. L.: Biologisk sonderdeling af ukrudtsmidler i jordbunden. I. Monochloracetat, Trichloroacetat og dichlorpropionat. *Tidsskr. Planteavl* **63**. 470—499. 1959.
- [28] JENSEN, H. L.: Decomposition of chloroacetates and chloropropionates by bacteria. *Acta Agric. Scand.* **10**. 83—103. 1960.
- [29] JENSEN, H. L. & PETERSEN, H. I.: Detoxication of hormone herbicides by soil bacteria. *Nature* **170**. 39—40. 1952.
- [30] JENSEN, H. L. & PETERSEN, H. I.: Decomposition of hormone herbicides by bacteria. *Acta agric. Scand.* **2**. 215—231. 1952.
- [31] KUNZ, H.: A termóhely hatása a klórozott metoxy-karbanid gyomirtószerek hatására és tartósságára. *XV. Növényvédelmi Tudományos Értekezleten elhangzott előadások szövege. Magyar Agrártudományi Egyesület és Agrotrószta, Budapest* 75—84. 1965.
- [32] LAMAIRE, Y. & BRUNEL, A.: Un nouvel enzyme d'adaptation: la cyanamidase. *Compt. rend. Acad. Sci.* **232**. 872—873. 1951.
- [33] LÖHNIS, F.: Über die Zersetzung des Kalkstickstoffs. *Zbl. Bakt. Abt. 2.* **14**. 87—101. 389—400. 1905.
- [34] MAGEE, L. A. & COLMER, A. R.: Decomposition of 2,2-dichloropropionic acid by soil bacteria. *Canad. J. Microbiol.* **5**. 255—260. 1959.
- [35] MÜLLER, H.: Untersuchungen über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf pathogene und nicht pathogene Mikroorganismen des Bodens. *Arch. Mikrobiol.* **22**. 285—306. 1955.
- [36] NELSON, R. T.: Studies of microbial activity, chlorate reduction and chlorate toxicity in soils treated with sodium chlorate. *J. agric. Res.* **68**. 221—237. 1944.
- [37] PÁNTOS GY., GYURKÓ P., TAKÁTS T. & VARGA L.: Die Wirkung der in der Praxis angewandten Herbizide auf einige Arten der Mikroflora und Mikrofauna des Bodens, auf einige Mykorr-

- hiza-Pilze und die biologische Inaktivierung der Herbizide. *Acta Agron. Hung.* **13**. 21—60. 1964.
- [38] RAGAB, M. T. H. & MCCOLLUM, J. P.: Degradation of C^{14} -labeled simazine by plants and soil microorganisms. *Weeds* **9**. 72—84. 1961.
- [39] REID, J. J. & DOUROS, J. D.: Roles of *Corynebacterium* and *Pseudomonas* in the destruction of herbicides in the soil. *Bact. Proc.* **57**. 11 (A 10), 1957.
- [40] ROGOFF, M. & REID, J. J.: Persistence of weed control agents and effect on nitrification in field and garden soil. *Bact. Proc. Soc. Amer. Bakteriologists* **52**. 13. 1952.
- [41] SCHMALLFUSS, K.: Über die Wirkung des Kalkstickstoffs und anderer Stickstoffdünger auf die biologische Tätigkeit des Bodens. *Bodenk. Pfl.-Ernähr.* **2**. 110—120. 1937.
- [42] SPICHER, G.: Beiträge zur Kenntnis der Wirksamkeit des 2,4-D-Zersetzers *Flavobacterium peregrinum* St. et Sp. *Zbl. Bakt. Abt. 2.* **108**. 225—231. 1954.
- [43] STANĚK, M. & RÍDKÝ, M.: Mikrobiologie pudy desinfikované přípravkem dinitroorthokresolu, *Sborník CSAZV* **23**. 306—309. 1955.
- [44] STAPP, C. & SPICHER, G.: Untersuchungen über die Wirkung von 2,4-D. im Boden. IV. *Flavobacterium peregrinum* n. sp. und seine Fähigkeit zum Abbau des Hormones. *Zbl. Bakt. Abt. 2.* **108**. 113—126. 1954.
- [45] STEENSON, T. I. & WALKER, N.: Observations on the bacterial oxidation of chlorophenoxyacetic acids. *Plant and Soil* **8**. 17—32. 1956.
- [46] STEENSON, T. I. & WALKER, N.: The pathway of breakdown of 2,4-dichloro- and 4-chloro-2-methyl-phenoxyacetic acid by bacteria (in soils). *J. Gen. Microbiol.* **16**. 146—155. 1957.
- [47] STEENSON, T. I. & WALKER, N.: Adaptive patterns in the bacterial oxidation of 2,4-dichloro- and 4-chloro-2-methyl-phenoxyacetic acid. *J. Gen. Microbiol.* **18**. 692—697. 1958.
- [48] TAM, R. K. & CLARK, H. E.: The action of calcium cyanide as a soil disinfectant. *Soil Sci.* **57**. 359—365. 1944.
- [49] THEIGS, B. J.: The stability of dalapon in soils. *Down to Earth* **11**. 2—4. 1955.
- [50] UBRIZSY, G.: *Vegyszeres gyomirtás. Mezőgazd. Kiadó. Budapest* 1962.
- [51] WALKER, R. L. & NEWMAN, A. S.: Microbial decomposition of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Appl. Microbiol.* **4**. 201—206. 1956.
- [52] WEEKS, O. B.: *Flavobacterium aquatile* (Frankland and Frankland) Bergey et al. type species of the genus *Flavobacterium* *J. Bact.* **69**. 649. 1955.
- [53] WHITESIDE, J. S. & ALEXANDER, M.: Measurement of microbiological effect of herbicides. *Weeds* **8**. 204—213. 1960.
- [54] YOUNG, H. C. & CAROLL, J. C.: The decomposition of pentachlorophenol when applied as a residual pre-emergence herbicide. *Agron. J.* **43**. 504—507. 1951.

TAKÁTS TAMÁS

Érkezett: 1966. augusztus 16.