

HERBICIDEK HATÁSA A TALAJMIKRO- ORGANIZMUSOK DINAMIKÁJÁRA*

G. MÜLLER

az NDK Mezőgazdasági Tudományos Akadémiájának rendes tagja

B. HICKISCH

Martin Luther Egyetem Talajtani és Mikrobiológiai Tanszéke, Halle

Az NDK XI. Parasztkongresszusa elhatározta, hogy 1975-ig minden hektárnyi mezőgazdaságilag művelt területen 44 q gabonaegységnek megfelelő, legjobb minőségű növényi terméket kell előállítani, hogy kielégítsék a lakosság egyre növekvő szükségletét.

A mezőgazdasági termékmennyiség szükségzerű növelése fokozott mértékben igényli a kemikáliák alkalmazását. A növénytermesztésben ezek mindenekelőtt a műtrágyák, a növényvédő- és gyomirtószerek.

Amíg a tápanyagokat tartalmazó műtrágyákat a növények minden különösebb biokémiai átalakítás nélkül felvehetik, addig a növényvédőszerek a növények intermedier anyagcseréjében lebomlanak, átalakulnak lehetőleg úgy, hogy az emberre és állatokra káros szermaradványok ne maradjanak vissza. A szermaradvány-probléma tehát sokkal inkább lényeges a növényvédőszerek vonatkozásában, mint a műtrágyázásnál.

A világ növekvő élelmiszerigénye csak úgy elégíthető ki, ha a trágyázás mellett a növényvédőszerek megfelelő alkalmazása is segíti e cél elérését. Számos vizsgálat bizonyítja, hogy a növényvédőszerek használati (kezelési) utasításának megtartásával azok egészségkárosító hatása kivédhető. Ugyanakkor ezzel ellentétes vélemények is hallhatók, amelyek szerint még jónéhány kérdés, így például a szermaradványok határkoncentrációja, az ismételt alkalmazáskor fellépő akkumuláció, a szermaradványok perzisztenciája, valamint a mellékhatásainak kérdései még nincsenek megnyugtatóan megválaszolva.

Ennek a kérdésnek a vizsgálata, éppen az alkalmazási terület állandó növelése és a gyakran nagy adagok használata miatt, nem várathat sokáig magára. A peszticidek alkalmazásának legfontosabb talajbiológiai problémái a talaj termőképességének fenntartása és az ezzel kapcsolatos talajbiocönózisok fenntartásának kérdése.

A talajoknak peszticidekkel való folyamatos szennyezése miatt már nem elegendő e szereknek a minősítés során végzett külön-külön, izolált vizsgálata, mert ezek a vizsgálatok nem adnak megfelelő felvilágosítást az esetleg fellépő mellékhatásokról, holott ezek a hatások a talajtermékenység lényeges

* Előadás a Talajbiológiai Tudományos Ülésen. Debrecen 1973. szeptember 4.

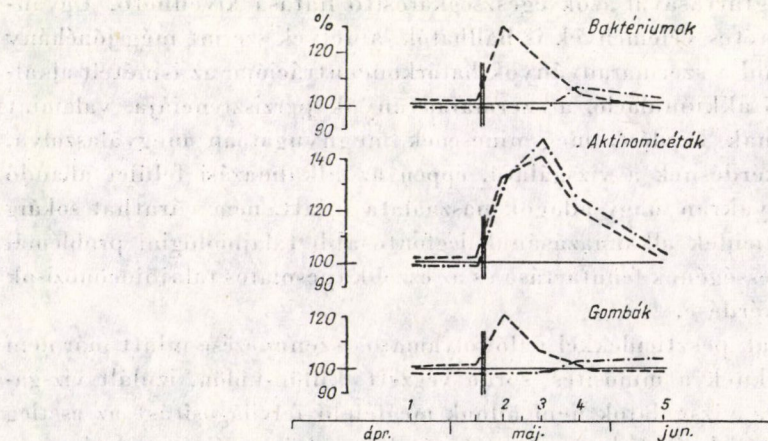
összetevői, meghatározói lehetnek, amennyiben például az edafon tevékenységét negatív vagy pozitív irányban befolyásolják. A növények, kórokozók, növényvédőszer, a talaj és élőlényei közötti komplex kölcsönhatás, vagyis az ökoszisztéma-kutatás sok nyitott kérdésének tanulmányozására kísérletet állítottunk be a hallei Martin Luther Universitát etzdorfi Kísérleti Állomásán. Az adott termőhelyi viszonyoknak megfelelő vetésforgóban tanulmányoztuk a szokásos adagú és a kétszeres adagú herbicideknek a hatását a szántóföld meghatározott ökológiai rendszereinek struktúrájára és dinamikájára.

Ezeknek a szabadföldi kísérleteknek, valamint a kiegészítő laboratóriumi modellkísérleteknek az alapján az első lépéseket kívántuk megtenni egy talaj-minősítési rendszer kidolgozására. Az előadás e vizsgálatok eredményeiről számol be, a herbicidek hatásáról a talajmikroorganizmusok településsűrűségének, valamint az egyes fiziológiai csoportoknak a dinamikájáról.

A mikrobiológiai vizsgálatokat 1971-ben áprilistól júniusig, 1972-ben áprilistól szeptemberig végeztük. A herbicidek alkalmazása előtt a kísérleti területet évente megvizsgáltuk, hogy megtudjuk: a vegetáció megkezdésekor parcellánként milyen a vizsgált tényezők szórása (homogenitás teszt). A vizsgálati időpontok a szer bevétele után kezdetben gyakoribbak, később ritkábbak voltak, és a 0–5 cm, valamint a 10–15 cm mélységű talajrétegeket vizsgáltuk meg.

Az 1. ábra a 0–5 cm-es talajmélységben levő baktériumok, sugárgombák és gombák településsűrűségének dinamikáját mutatja 1971-ben, amikor őszi búza gyomirtására Spritzhormitot alkalmaztak. A kezeletlen kontroll értékét 100%-nak vettük.

Baktériumok esetében a hektáronkénti 1,5 kg Spritzhormit, tehát a szokásos adag, 36 napon át nem okozott lényeges változást a baktériumszámban.



1. ábra. A talajmikroorganizmusok változásának dinamikája különböző mennyiségű Hormit herbicid alkalmazása esetén. Jelmagyarázat: — kontroll, - - - - a gyakorlatban használt mennyiség, kétszeres adag, || a herbicid-alkalmazás időpontja

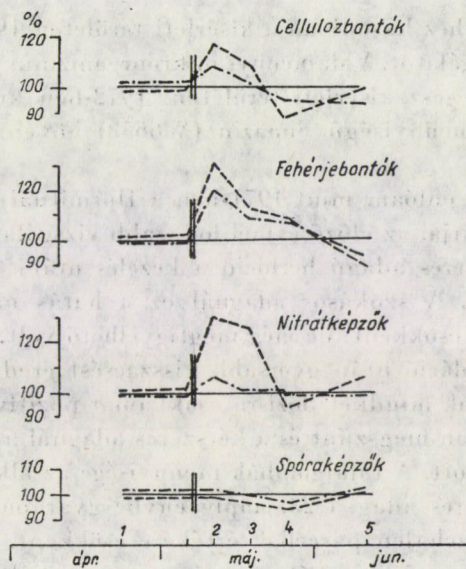
A kétszeres mennyiségre a baktériumok megnövekedett szaporodással reagáltak a kezelés utáni 18. napig. 36 nap után nem lehetett lényeges különbséget kimutatni a kezeletlen és a kezelt változat között.

Az aktinomicetákat mind az egyszeres, mind a kétszeres adag stimulálta. A pozitív hatás a kezelés utáni 11. napon volt a legnagyobb, 36 nap után a sugárgombák száma ismét az eredetire csökkent.

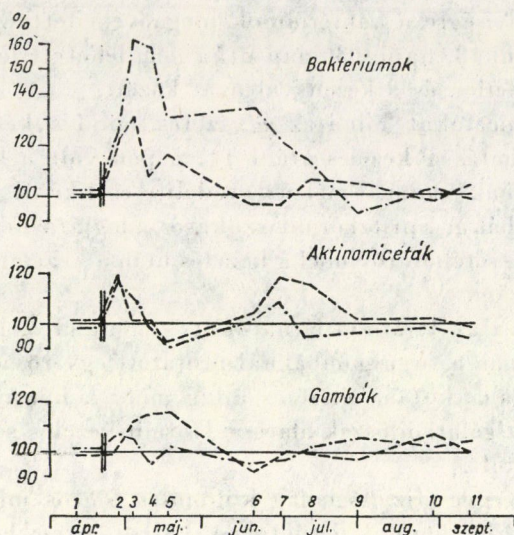
A talajgombák a Spritzhormit szokásos adagjára nem reagáltak, a kétszeres mennyiség esetében röviddel a kezelés után a kezeletlenhez képest növekedett a gombaszám.

Összefoglalva az 1. ábrán láthatókat, elmondható, hogy a Hormit szokásos adagja csupán a sugárgombáknál mutatott egy rövid ideig tartó stimulatív hatást, ugyanakkor a kétszeres adag mind a három mikrobacsoportot aktiválta, és a vizsgálati időszak alatt a Hormit-kezelés semmiféle depresszív hatást nem mutatott.

A 2. ábrán egyes fiziológiailag különösen fontos mikroorganizmus csoportok hasonló görbéi vannak feltüntetve. Látható ezen, hogy a teljesen indifferens spóráképző baktériumok kivételével a csíraszám mind a cellulózbontók, mind a fehérjebontók, mind a nitrifikálók esetében mindkét koncentrációlépcsőben emelkedett. Úgy látszik, hogy egyes csoportok kis szerkoncentráció esetében is úgy reagálnak, mint a baktériumok összessége. Ez egy olyan populációdinamikára enged következtetni, amelyet a későbbiekben szükséges figyelemmel kísérni.



2. ábra. A talajbaktériumok fiziológiai csoportjainak mennyiségi változása Hormit herbicid alkalmazása esetén (Jelmagyarázat azonos az 1. ábrával)



3. ábra. Talajmikroorganizmusok változásának dinamikája Simazin (W6658) alkalmazásánál (Jelmagyarázat azonos az 1. ábrával)

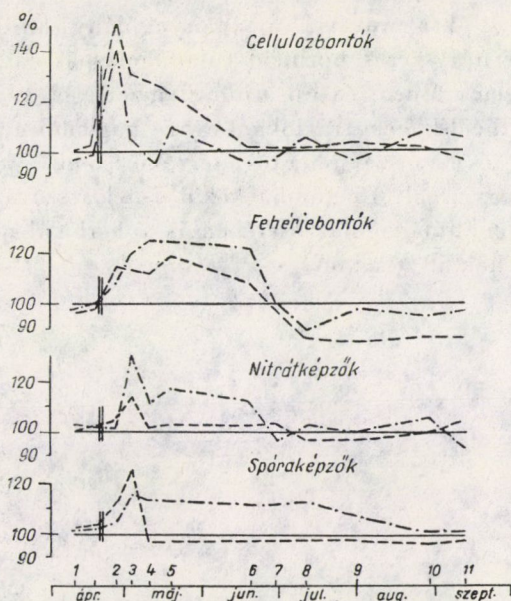
Azt, hogy a cellulózbontók és különösen a fehérjebontók számának 36 nap utáni csökkenése valódi depresszió-e, vagy sem, további vizsgálatokkal kell eldönteni.

Az 1971-es évhez hasonlóan a kísérleti területen 1972-ben is elvégeztük a homogenitás-vizsgálatot. Valamennyi mikroorganizmus csoport azonos számban volt jelen az egész kísérleti területen. 1972-ben kukorica gyomirtására 4 kg/ha szokásos mennyiségű Simazin (W6658) növényvédőszert alkalmaztunk.

A 3. ábra (hasonlóan, mint 1971-ben a Hormitnál) a Simazinnal kapott eredményeket mutatja, az előző évinél hosszabb vizsgálati időszak alatt. Itt a szokásos és a kétszeres adagú herbicid a kezelés utáni 9. napig stimulálta a talajbaktériumokat. A szokásos adagnál ez a hatás nagyobb volt, később egészen a 77. napig csökkent, de még megfigyelhető volt. A kétszeres mennyiség a kezdeti stimuláció után gyorsabb visszaesést eredményezett.

A sugárgombák mindkét dózisra csakhamar pozitív irányban reagáltak, ez a hatás hamarosan megszűnt és a kétszeres adagnál a kezelés után 70 nappal ismét mutatkozott. A talajgombák mennyisége az alkalmazott adagra alig változott. A kétszeres adag a 23. napig enyhe gyarapodást okozott, ezután a gombaszám a kezeletlen parcellák értékére csökkent.

A 4. ábra a Simazin hatását mutatja a megvizsgált különböző fiziológiai csoportokra. Ahogy az összes baktériumoknál a gyakorlati adag magasabb aktiváló hatást mutatott, mint a kétszeres mennyiség, itt is mindkét adagolás



4. ábra. A talajbaktériumok fiziológiai csoportjainak mennyiségi változása Simazin (W 6658) alkalmazása esetén
(Jelmagyarázat azonos az 1. ábrával)

után ugyanaz a tendencia mutatkozott. A cellulosebontók, amelyek között gombák voltak túlsúlyban, a kétszeres adagolás hatására erősebben változtak meg, mint az egyszeres dózis hatására. Egyedül a fehérjebontóknál tapasztaltunk a kezdeti stimulálás után a 70. naptól kezdve egy nem túl erős, de a kétszeres adagnál kifejezett depressziót.

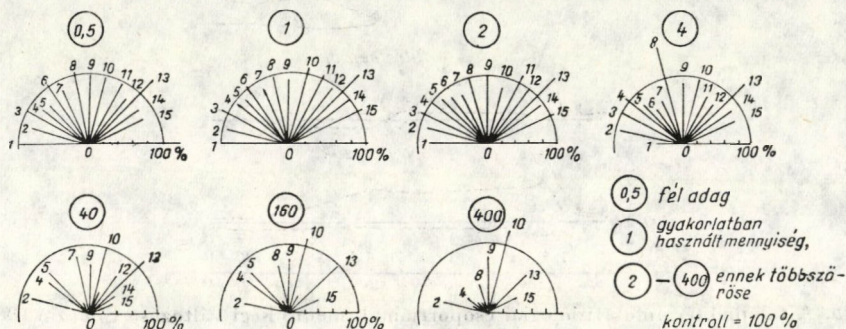
A talajmikroorganizmusok egyes tipikus csoportjainak itt jelzett dinamikája a herbicid-adagolás hatására jelenleg még biztosan nem okolható meg. A kezdeti stimulálás minden bizonnyal a herbicid-adagolás közvetlen következménye, az egyes csoportok népszerűcsökkenésének pedig valószínűleg az az oka, hogy a gyomnövények hiánya miatt a kezelt parcellákon megváltoztak a táplálékviszonyok.

A peszticidnek a talajmikroorganizmusokra gyakorolt hatása szabadföldi körülmények között a szer kémiai összetétele és mennyisége mellett nagymértékben függ a termőhelyi viszonyoktól, leginkább a talajtípustól, vízháztartástól, hőmérsékleti viszonyoktól és a tápanyagellátottságtól.

Mivel az irodalom és a saját vizsgálatok alapján is egyfelől a herbicidek stimuláló hatása, másfelől azok depresszív hatása is jelentkezhet, modellkísérletet állítottunk be talaj nélkül, 15 különböző gombakultúrával, 7 herbicid- és 2 tápanyagkoncentrációval. A herbicid Spritzhormit volt.

A 27 °C-on folyadék tápközegben tenyésztett 8 napos gombakultúrák száraz micéliumtömegének értékét mértük.

Mint azt az 5. ábra mutatja, a tápanyaghiány (ami a tápelemek 1/10 részét jelenti) már négyszeres herbicid túladagolásnál nagyon károsította a gombákat, különösen a *Mucor* és *Fusarium* nemzetségek tagjait, és ez a károsodás növekvő herbicid-koncentrációknál egyre nagyobb mértékű volt. Mégis figyelemre méltó — és ezt a szer jelentős mértékű lebontásának kell tulajdonítani —, hogy a megvizsgált 15 gomba közül 7-nél a szárazanyagképzés még a 400-szoros herbicid túladagolás esetében is a herbicid nélküli variáns szárazanyag-termelésének 50%-a volt.

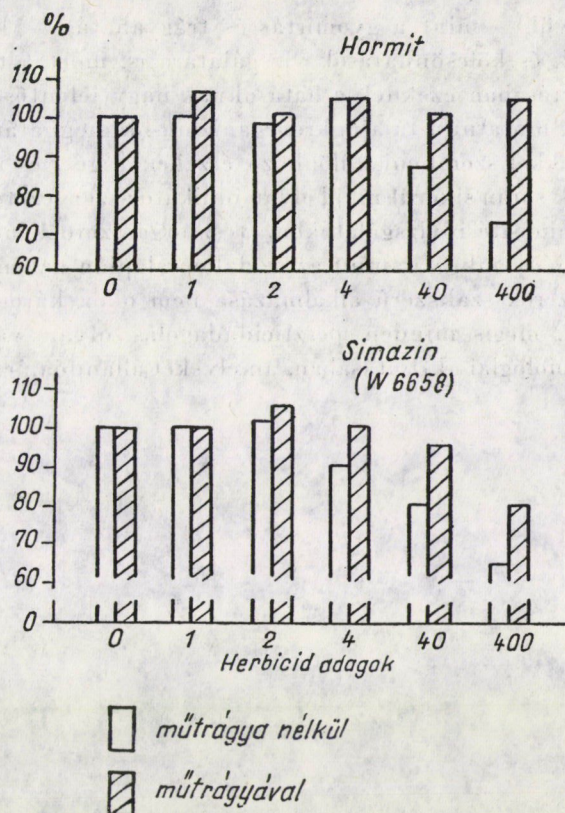


5. ábra. Növekvő herbicidmennyiségek hatása 15 talajlakó gomba mycélium-szárazanyag képződésére csökkentett tápanyaggal

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Mucor racemosus</i> | 8. <i>Trichoderma viride</i> |
| 2. <i>Penicillium nigricans</i> | 9. <i>Aspergillus fumigatus</i> |
| 3. <i>Penicillium frequentans</i> | 10. <i>Perisporium vulgare</i> |
| 4. <i>Aspergillus niger</i> | 11. <i>Rhizopus nigricans</i> |
| 5. <i>Mucor griseocyanus</i> | 12. <i>Aspergillus candidus</i> |
| 6. <i>Fusarium oxysporum</i> | 13–15. <i>Mycelia sterila</i> |
| 7. <i>Fusarium equiseti</i> | |

A tápanyagellátás pozitív hatását a mikroorganizmusok nagy herbicid-adaggal szembeni ellenállóképességére további modellkísérletben tanulmányoztuk. Ebben a kísérletben az etzdorfi talajt használtuk, egyrészt a Spritzhormit, másrészt a Simazin különböző mennyiségeivel kezelve, másrészt hektáronkénti 200 kg NPK-nak megfelelő pótlólagos tápanyagadag jelenlétében. Erlenmeyer lombikokba 20–20 g talajt tettünk, egyrészt tápanyag nélkül, másrészt tápanyaggal dúsítva, különböző herbicid mennyiségekkel. A talaj nedvességtartalmát a maximális vízkapacitás 50%-ára állítottuk be. 12 °C-on 4 hétig inkubáltuk. Azért vártunk néhány hétig, hogy lehetőleg kikapcsoljuk a kezdeti stimuláló hatást, végül hígítási és közvetlen módszerrel gombaszámlálást végeztünk.

A 6. ábrán láthatók a vizsgálati eredmények, ahol a herbicid nélküli értéket 100%-nak vettük. Kiegészítő tápanyag nélkül (fehér oszlop) a Hormit 40-szeres adagja 14%-os, 400-szoros adagja 28%-os depressziót okozott, ezzel szemben a nagy tápanyagtartalommal ebben a modellkísérletben még a 400-



6. ábra. Műtrágyázatlan és NPK műtrágyázott talaj hatása a mikroszkopikus gombák herbicid érzékenységre. Jelmagyarázat: 0 = herbicid nélkül, 1 = gyakorlatban használt mennyiség

szoros Hormit túladagolás sem volt befolyással a talajgombák mennyiségére (vonalkázott oszlop).

A Simazin, tápanyagkiegészítés nélkül, már négyszeres túladagolásnál is károsító hatást mutatott. Ezt a károsító hatást már a 40-szeres túladagolástól kezdve a nagyobb tápanyagmennyiség sem tudta csökkenteni. Úgy látszik tehát, hogy a két szer hatásában azonos vizsgálati körülmények között is nagy különbség van.

Bár a modellkísérletek eredményeit nem lehet minden további nélkül szabadföldi körülményekre is értelmezni, mégis úgy tűnik, hogy az agrokemikáliák nagy adagú alkalmazása nem okoz feltétlenül negatív változásokat, vagy ha igen, akkor is a trágyaadagok helyes megválasztásával ez az esetleges negatív hatás kiküszöbölhető.

Megkíséreltük bebizonyítani, hogy az agrokemikáliák alkalmazásánál (ebben az esetben a herbicidek és a trágyaszerek) a komplex vizsgálatokat a

főhatásokon kívül — mint a gyomirtás és trágyahatás — ki kell terjeszteni a mellékhatások és kölcsönhatások vizsgálatára is, mert a talaj termőképességének fenntartásában ezeknek a hatásoknak nagy jelentőségük lehet.

Ki tudtuk mutatni a talajmikroorganizmusok meghatározott csoportjainak a herbicidekkel szembeni különböző érzékenységet, és reméljük, hogy a további munkák során sikerül majd olyan indikátor-szervezeteket találni, amelyeket a talajminősítési vizsgálatokhoz tesztorganizmusként használhatunk.

Bár eredményeink, valamint az irodalom alapján azt mondhatjuk, hogy a növényvédőszeres szakszerű alkalmazása nem okoz károsodásokat a talaj biocönózisaiban, mégis minden peszticidagolás olyan változásokat eredményez a talaj biológiai aktivitásában, amelyeket állandóan ellenőriznünk kell.