

A MIKROORGANIZMUSOK ÉS A MAGASABBRENDŰ NÖVÉNYEK KÖLCSÖNVISZONYÁNAK NÉHÁNY KÉRDÉSE

SZEGI JÓZSEF

a biológiai tudományok kandidátusa

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A talajban élő mikroszervezetek nem függetlenek a növénytakarótól, hanem azzal bonyolult kölcsönviszonyt képeznek. Bár a mikroszervezetek és a magasabbrendű növények között fennálló kapcsolatok még nincsenek teljesen felderítve, azonban azt már az eddigi kutatások eredményei is bizonyítják, hogy a növényvilág e két alapvető komponense közötti kölcsönviszony elengedhetetlenül szükséges, mind az egyik, mind pedig a másik csoport létezése szempontjából.

A talajmikrobiológiai szakirodalomban a magasabbrendű növényekkel kapcsolatban élő mikroorganizmusokat 4 alapvető csoportba sorolják. (FJODOROV [24], FEHÉR [25], POCHON és BARJAC [88], MÜLLER [82] és mások.) Az egyik csoportba a *rhizobiumok* tartoznak, amelyek a pillangós növényekkel szimbiózisban élnek, s megkötik a légkör gáz alakú nitrogénjét. A második csoportba a *mykorrhiza gombák* tartoznak, amelyek elsősorban egyes fás növények gyökérzetével vannak szoros kontaktusban, s fontos szerepük van azok táplálkozása szempontjából. A harmadik csoportba a *rhizoszféra* mikroszervezetek alkotják, amelyek lepelszerűen borítják a növények gyökérzetét, míg az utolsóhoz az ún. *epifita* mikroszervezeteket sorolják, melyek a növények föld feletti részein fordulnak elő s azok váladékaival táplálkoznak. MISUSZTIN és TRISZVJATSKIJ [81] valódi és különálló szimbiotrofizmust különböztetnek meg. Az elsőben a gumóbaktériumok és a mykorrhiza gombák vesznek részt, a másodikban pedig a rhizoszféra mikroorganizmusok.

POCHON és BARJAC [88] a növény gyökérszónáját két csoportra osztják. Megkülönböztetnek *távoli rhizoszférát* vagy más néven *edafoszférát*, amely a gyökérzet felszínétől néhány mm-re kezdődik és attól 500 mm távolságig tart, valamint *közeli rhizoszférát*, amelyet *rhizoplánnak* vagy más néven *hisztoszférának* is neveznek. Az utóbbi elnevezések alatt a gyökérzettel közvetlenül kontaktusban levő területet értik. KRASZILNIKOV [50] *tágabb* és *szűkebb* értelemben vett rhizoszférát különböztet meg. Az első elnevezésen a gyökér felszínétől számított 10–15 mm-es talajréteget érti, míg a másodikon a gyökér feletti kb. 2 mm-es réteget. BERJEZOVA [6] gyökérfelületi, gyökérmenti és gyökértávoli zónákat különböztet meg a rhizoszférán belül.

A rhizoszféra mikroszervezetek szerepének jobb megértése céljából tekintünk át néhány forrásmunkát a növények gyökérzetének kiterjedésével kapcsolatban. DITTMER [16] vizsgálatai szerint egyetlen rozsnövény 623 270 métert kitevő gyökérzettel rendelkezik. Ebből az elsőrendű gyökerek hossza 70 méter, a másodrendűeké 5 400 méter, a harmadrendűeké 175 000 méter, míg a negyedrendű gyökerek 442 800 métert tesznek ki. A fenti gyökereken kívül ugyanez a növény még 14,3 milliárd gyökérszőrrel is rendelkezik, amelyek közül 14,1 milliárd a harmad- és negyedrendű gyökereken fordul elő. SZAVVINOV és PANKOVA [111] szerint a Volgán túli sztyeppe talajainak 1 m²-e két méter mélységig 1,75 kg gyökérmennyiséget tartalmaz, amelynek kb 1/3-a — 1/4-e mondható élőnek. Ugyancsak a sztyeppei növénytakaró gyökérzetének képződését és kiterjedését tanulmányozták egy csernozjom, valamint egy oszlopos szerkezetű szolonyec talajban SALIT és KALMÜKOVA [98]. Adataik szerint a csernozjom talaj hektáronként 1 m mélységig 30 tonna légszáraz növényi anyagot tartalmaz, míg az oszlopos szerkezetű szolonyec 11,7 tonnát. A gyökérzet alapvető tömege a felső 25 cm-es rétegben fordul elő, a talaj típusától, az éghajlati körülményektől, valamint a növénytakaró minőségétől függően. A szerzők a gyökértömeg 50–75%-át találták élőnek.

Bár a növényi gyökérzet kialakulását rendkívül sok tényező befolyásolja, azonban egy pillanatig sem lehet vitás, hogy ez a hatalmas tömeg, amely valószínűleg átszövi a talajt, döntően befolyásolja, sőt meg is határozza a benne élő mikroszervezetek kvalitatív és kvantitatív összetételét. A növény gyökérzete ugyanis távolról sem tekinthető egyszerű szívószervnek, melynek funkciója kizárólag a tápanyag és nedvesség felvételében, valamint a növény rögzítésében merül ki.

Az elmúlt évtizedekben lefolytatott növényélettani vizsgálatok bőséges anyaggal rendelkeznek annak dokumentálására, hogy a növényi gyökérzetben keresztül különböző organikus és anorganikus anyagok választódnak ki. DYER [21] már 1894-ben arról közölt adatokat, hogy a búza, árpa és zab, valamint egyes tűlevelű fák gyökérváladékai savas jellegű vegyületeket tartalmaznak. Ezt a megállapítást a későbbiekben alátámasztották SCHREINER és REED [102], KÜNZE [59], LEMMERMANN [64], PRJANISNIKOV [91] és más szerzők vizsgálatai is. STOKLASA és ERNEST [109] először állapították meg a gyökérváladékokban előforduló szerves savak összetételét. Megfigyeléseik szerint a gyökérváladékokból hangyasav, ecetsav és oxálsav mutatható ki. A későbbiek folyamán MAZE [75] és SULOVI [110] cukrokat is mutattak ki a gyökérváladékokból. MASKOVCEV [74] a cukrokon kívül etilalkohol és aldehidek jelenlétét észlelte a rizsnövény gyökérváladékai között. MACRAE és CASTRO [72] a rizs gyökérexkretumai között különböző cukrokat és aminosavakat határoztak meg. LYON és WILSON [69], WINTER és RÜMCKER [133], VIRTANEN és LAINE [126, 127], KANDLER [41], valamint KATZNELSON és munkatársai [44] ugyancsak aminosavak és egyéb N tartalmú vegyületek jelenlétét figyelték meg a

különböző növények gyökérváladékai között. Rendelkezünk olyan adatokkal is (WEST [131]), hogy a borsó és kukorica gyökérváladékai biotint és tiamint tartalmaznak.

Számos szerző (VANČURA [123], MESKOV [77], LYON és WILSON [69], HARMSÉN és JAGER [29]) kísérte kvantitatívan kimutatni a gyökérváladékokat. Adataik szerint a gyökérváladékok összmenyisége a tenyészidő folyamán a növény föld feletti része szárazanyagsúlyának 5–10%-át teszi ki. MININA [79] vizsgálatai arra mutatnak rá, hogy a gyökérváladékok mennyisége a növekedés negyedik hetében éri el a maximumát, s utána fokozatosan csökken.

Az egyes fajokhoz tartozó növények váladékai lényegesen különböznek egymástól. KRASZILNIKOV [51] szerint a pillangósok gyökérváladékai között az aminosavak vannak túlsúlyban, míg a kalászosok exkretumai között cukrok, szerves savak és egyéb vegyületek dominálnak.

A növények gyökérváladékai a gyökérfelület elhaló epidermiszsejtjeivel együtt kedvező feltételeket biztosítanak a mikroorganizmusok koncentrációjához a gyökérfelület felszínén, amelyet HILTNER [31] figyelt meg először. Tőle származik a rhizoszféra elnevezés is.

A későbbiek folyamán HOFFMANN [32], MAASEN és BEHN [70], STOKLASA [108], valamint LYON [68] adtak hírt a mikroszervezeteknek a gyökérfelületen történő felhalmozódásával kapcsolatban. Az utóbbi szerző közölt adatokat elsőnek a rhizoszféra szelektáló hatásáról, amelynek eredményeképpen a gyökérfelületen élő mikroszervezetek összetétele nem csupán mennyiségileg, de minőségileg is eltér a távolabbi talajban előforduló mikroszervezetek összetételétől. A rhizoszféra mikroorganizmusok részletes tanulmányozása a harmincas években kezdődött és STARKEY [105, 106, 107] nevéhez fűződik. Az ő vizsgálatai szolgáltattak először számszerű adatokat a rhizoszférában, valamint a távolabbi talajban élő mikroszervezetek mennyiségi megoszlásáról. Vizsgálatai alapján a cukorrépa rhizoszférájában 427 millió, a távolabbi talajban 8,2 millió, a búza rhizoszférájában 653 millió, míg a talajban 22,8 millió mikroorganizmust mutatott ki. TIMONIN [117, 118] kísérletei szerint a borsó rhizoszférájában a mikroorganizmusok száma megkétszereződik a távolabbi talajban élő mikroorganizmusok mennyiségéhez viszonyítva. A Szovjetunióban KRASZILNIKOV [48, 49, 50, 51], valamint KRASZILNIKOV és munkatársai ([53, 54]) tanulmányozták részletesen a rhizoszféra mikroszervezetek kvantitatív és kvalitatív megoszlását. Vizsgálataik eredményeképpen megállapítást nyert, hogy a gyökér körüli zónában élő mikroorganizmusok száma tízszeresét, százszorosát, sőt sokszor ezerszeresét teszi ki a távolabbi talajban élő mikroszervezetek mennyiségének, növényfajtól, a növény korától, valamint a talajviszonyoktól függően. Hasonló megállapításokhoz jutottak ISZAKOVA [36, 37, 38], BERJOZEVA [4, 5], OBRAZCOVA [83], SZIDORENKO [112], THOM és HUMFIELD [116], KATZ-NELSON [43] és más szerzők is.

KRASZILNIKOV összefüggést talált a talaj szervesanyagtartalma, valamint a rhizoszféra mikroorganizmusok számának alakulása között. Adatai szerint minél szegényebb a talaj szerves anyagokban, annál nagyobb a különbség a gyökérszóna valamint az azon kívül levő talaj mikroorganizmus száma között. Ezzel ellentétben PÁNTOS [84] arra mutat rá, hogy a búza rhizoszféra baktériumainak mennyiségi alakulása elsősorban a növény fiziológiai aktivitásától függ, nem pedig a különböző talajtípusok és agrotechnikai tényezők hatásától.

A rhizoszféra mikroorganizmusok mennyiségének alakulása szorosan összefügg a növény fejlődési stádiumaival. KRASZILNIKOV [51] szerint a kukorica, napraforgó, valamint a búza esetében maximális csíraszámértékek a virágzásban levő növényeknél figyelhetők meg. Ugyanis ebben a periódusban legintenzívebbek az életfolyamatok a növényben, s a gyökérváladékok mennyisége is ekkor éri el a maximumát. PÁNTOS [84] búza rhizoszféra baktériumainak tanulmányozása során a kalászás időszakában kapott legmagasabb sejtszámot.

Bár a mikroorganizmusoknak a gyökérszónában történő koncentrációjához napjainkban semmi kétség nem fér, azonban a különböző szerzők adatai még egyazon növény esetében is jelentősen különböznek egymástól. Ennek oka az eltérő éghajlati és talajviszonyok mellett elsősorban abban keresendő, hogy az egyes kutatók által alkalmazott módszerek már a rhizoszféra hatás szélső értékeinek eltérő értelmezéséből kifolyólag is lényegesen különböznek egymástól. A rhizoszféra mikroorganizmusok számát egyes szerzők a szétdőrszölt gyökér meghatározott egységére (g) számítják át, mások a gyökerek szétdőrszölése után kapott szuszpenzió arányában értékelik, ismét mások a gyökérfelület meghatározott egységére (cm²) vonatkoztatják, stb. A rhizoszféra hatásfokát, az ún. „rhizoszféra effektust” a szerzők jelentős része a rhizoszféra és a gyökérszónán kívüli talaj mikrobaszámának egymáshoz viszonyított arányával határozzák meg. (STARKEY [107], THOM [115], TIMONIN [117], stb.)

A rhizoszféra és a gyökérszónán kívüli talaj mikroflórájának mennyiségi összehasonlítása a későbbiek folyamán elégtelennek mutatkozott a növény és a rhizoszférájában élő mikroorganizmusok kölcsönös kapcsolatainak kifejezésére. Ezért az utóbbi időben a kérdéssel foglalkozó szakemberek egyre nagyobb figyelmet fordítanak a gyökérszónában élő mikrobafajok, illetve ökotípusok vizsgálatára. A növények rhizoszférájában élő baktériumok közül a kutatók többségének megállapításai szerint a spórát nem képező fajoknak van elsőrendű jelentőségük. PÁNTOS [84] a Moszkvai Timirjazevről elnevezett Mezőgazdasági Akadémia Mikrobiológiai Tanszékén folytatott kutatásai során úgy találta, hogy a búza rhizoszférájában a *Bact. candidans*, *Bact. agile*, *Pseudomonas radiobacter*, *Flavobacterium solare*, *Achromobacter globiforme*, valamint a *Bact. purvulum* dominálnak. Egyes szerzők (STARC [104]) a *Pseudomonas* genushoz tartozó baktériumokon kívül fontos szerepet tulajdonítanak a

Xantomonas fajoknak. KRASZILNIKOV [51] szerint a spórát képző *Bac. mesentericus*, *Bac. megatherium* és *Bac. subtilis* nem fejlődnek a gyökérszónában, ezzel ellentétben CLARK [14] szerint a rhizoszférában a *Bac. brevis*, *Bac. cereus* és *Bac. polymyca* fajokhoz tartozó spórás baktériumok is előfordulnak. Jelentős számú kísérleti munka foglalja magában a légköri nitrogént megkötni képes *Azotobacter*-nak a rhizoszférában való előfordulásával kapcsolatban. A kutatók álláspontja a növény-, valamint a talajviszonyoktól függően — jelentősen eltér egymástól. WENZEL [130], valamint SALOUKOVA [103] vizsgálatai szerint az *Azotobacter* jelentős mennyiségben fordul elő a szőlő és a dohány gyökérszónájában. UPPAL és munkatársai [121] pedig a rizs rhizoszférájában figyelték meg *Azotobacter* jelenlétét. Hasonló eredményekhez jutott MASKOVCEV [74] is. KRASZILNIKOV [51] steril kvarchomokban folytatott növény kísérletei során azt találta, hogy amennyiben a tenyészedénybe különböző baktériumkultúrákat vitt egyes fajok igen intenzíven szaporodtak a gyökérszónában, míg mások — köztük az *Azotobacter* — vagy csak kis számban fordulnak elő, vagy pedig teljesen hiányoznak a búza, kukorica, valamint a len gyökérszónájából. PÁNTOSNAK [84] ugyancsak nem sikerült *Azotobacter*-t kitenyészteni a búza gyökérszónájának felületéről. HULPOI [35], STARKEY [107] különböző sugárgomba fajokat azonosítottak a gyökérszónából, míg AGNIHOTHRUDU [1], STARKEY [107] és TIMONIN [117] mikroszkopikus gombákat tenyésztettek ki. KRASZILNIKOV [51] a kukorica, búza és hüvelyesek gyökérszónájában a *Torula* genuszhoz tartozó élesztőgombák jelenlétét észlelte jelentős mennyiségben.

A különböző növények gyökérszónájában előforduló mikroflóra eltérő volta, feltételezések szerint az egyes növények gyökérszónájának minőségi különbségeivel van kapcsolatban. Azoknak a növényeknek a gyökérszónájában, amelyek elsősorban szerves savakat választanak ki, más összetételű mikroflóra alakul ki, mint azon növényfajoknál, amelyeknek a gyökérszónájában túlsúlyban vannak a nitrogéntartalmú vegyületek. Az a növény, amelynek gyökérszónájában túlsúlyban vannak a cukrok és alkoholok, ugyanakkor más összetételű mikroflóra számára biztosítanak fejlődési lehetőséget, azaz olyan mikrobaközösség alakul ki a gyökér felületén, amelynek tagjai gyorsabban tudják értékesíteni a gyökérszónájában lévő anyagokat. KRASZILNIKOV [51] szerint a gyökérszónájában nem csupán mint tápanyagforrásoknak van szelektáló hatásuk, hanem különböző antibiotikus anyagokat is termelnek, amelyekkel szemben az egyes mikroorganizmusok fajok más-más érzékenységet tanúsítanak. Hasonló véleményt hangoztattak SZIDORENKO [112] és MESKOV [76] is. METZ [78] vizsgálatai szerint 100 vizsgált növényfaj nedve közül 10 esetben igen erős gátlóhatás mutatkozott meg egyes mikroorganizmusokkal szemben. 15 növényfaj nedve közepesen, 31-é pedig gyengén gátolta a kísérletbe vont mikroorganizmusokat. KRASZILNIKOV [51] arra is felhívja a figyelmet, hogy az izolált növényi gyökerek ugyancsak termelnek mikrobagátló anyagokat. LOCHHEAD és BURTON [66, 67] feltételezései szerint a növény

által szintetizált vitaminok is szelektáló hatással vannak a gyökérzetükön kialakuló mikroflóra összetételére.

Vizsgálataik azt mutatják, hogy egyes növények gyökérszónájában olyan baktériumok élnek, amelyek B₁ vagy B₂ vitamint igényelnek, míg más növényeknél biotint, B₁₂ vitamint, valamint különböző aminosavakat és serkentő anyagokat igénylő fajok vannak túlsúlyban. REMPE [95] és PÁNTOS [84] vízkultúras vizsgálataik során megfigyelték, hogy a talajban és a vízkultúrában tenyésztett növények gyökérszónájában élő baktériumok faji hovatartozása azonosnak mondható. Ez is azt támasztja alá, hogy a gyökérvadékoknak meghatározó szerepük van a rhizoszféra mikrobataársulásainak kialakulása szempontjából. KRASZILNIKOV [51], MACURA [71] és mások véleménye szerint a rhizoszféra mikroflóra specifikusa szempontjából jelentős szerepet visznek a gyökerek elhalt epidermis sejtjei is, amelyeket a gyökérszónában élő mikroszervezetek tápanyagforrásként hasznosíthatnak, s amelyek lényegesen különböznek egymástól kémiai összetételüket tekintve. A rhizoszféra mikroszervezetek összetételét a fentiekén kívül lényegesen befolyásolják még a közöttük létrejött szinergikus és antagonisztikus kölcsönhatások is. DOROSZINSZKIJ [18] szerint a rhizoszféra mikroorganizmusok általi is befolyásolják a növény táplálkozását, hogy a talajt, illetve a gyökér körüli zónát megszabadítják a káros toxikus anyagoktól.

Az irodalmi forrásmunkák megemlékeznek arról is, hogy bizonyos körülmények között egyes növények rhizoszférájában kórokozó mikrobák is előfordulhatnak, sőt egyes esetekben túlsúlyba is juthatnak. Különösen a monokultúrában termesztett növények esetében figyeltek meg ilyen hatást. TIMONIN [119] vizsgálatai szerint a len gyökérszónájában gyakran kimutatható a *Fusarium lini*, az *Alternaria solani*, valamint más fitopatogén gombák. WINTER [132] arról közöl adatokat, hogy a búza rhizoszférájában nagyobb mennyiségben fordulnak elő az *Ophiobolus graminis* és az *Ascochita pipodella* kórokozók, mint a talajban Kanada egyes vidékein. SANFORD és BRADFOOT [99] a monokultúrában tenyésztett búza és zab rhizoszférájában a *Helmitosporium sativum*, valamint a *Fusarium culmorum* fajokhoz tartozó paraziták szaporodását figyelték meg. MARTIN szerint a citruszültetvények rhizoszférájában egyes esetekben *Fusarium* és egyéb kórokozók szaporodnak el, s károsítják az említett növényeket. KRASZILNIKOV [51] a gyapot gyökérszónájában — monokultúras termesztés esetén — a *Verticillium dahliae* és a *Fusarium vasinfectum* szaporodására mutat rá.

A rhizoszféra mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények között fennálló kapcsolatok kétoldalúak. A növény szelektálja a gyökérzetén előforduló mikroflórát, a gyökérszónában kialakult mikrobapopuláció viszont visszahat a növény fejlődésére. A rhizoszféra mikroorganizmusoknak a növény fejlődésére gyakorolt hatását mindennél ékebben demonstrálják a steril körülmények között felnevelt növényekkel folytatott kísérletek. DOROSZINSZKIJ

[19], DOROSZINSZKIJ és LAZARJEV [20], KRASZILNIKOV [51], BERJEZOVA [7], REMPE [96], PÁNTOS [84] és más szerzők azt találták, hogy steril viszonyok között a növények jóval gyengébben növekednek, mint rhizoszféra mikroorganizmusok jelenlétében. A rhizoszférában élő mikroorganizmusoknak a növényekre gyakorolt pozitív hatását POCHON és BARJAC [88] három különböző tényezőnek tulajdonítják: *a)* megváltoztatják a talaj szerkezetét a gyökérvonásban, *b)* fontos szerepet visznek a növények táplálkozása szempontjából, *c)* pozitív irányban befolyásolják a növényzet betegségekkel szembeni ellenálló képességét.

Több szerző közül kísérleti adatokat azzal kapcsolatban, hogy a gyökérvonás talajának fizikai tulajdonságai jobbak, mint a zónán kívül levő talaj struktúrája. HUBBEL és CHAPMAN [34] szerint a talajmorzsák kialakulása a mikroszervezetek tevékenységének eredményeképpen veszi kezdetét, majd a gyökérvonás mechanikai hatása alatt folytatódik. DOROHOVA [17] szerint a talaj morzsás szerkezetének kialakításában a mikroszervezetek közül a gombáknak van alapvető jelentőségük, mivel micélium tömegükkel átszövik a talajt. Egyes szerzők szerint (KASSERER [42], EKLUNDE [22]) a talaj kémhatása a gyökér körüli zónában kevésbé savanyú, mint azon kívül.

A rhizoszféra mikroorganizmusok szerepe a növények táplálkozása szempontjából igen bonyolult és sokoldalú. A mikroorganizmusok részben azáltal segítik elő a növény táplálkozását, hogy feltárják a szerves kötésben levő növényi tápanyagokat, s így azok számára felvehetőkké válnak. KATZNELSON [43] szerint a rhizoszférában az amonifikációs folyamatok jóval intenzívebben mennek végbe, mint azon kívül. TIMONIN és TEXTON [120] szerint a nitrifikációs folyamatok a rhizoszférában intenzívebbek, mint a gyökérvonástól távol levő talajon. Ezzel szemben REMPE [94], valamint KRASZILNIKOV [47] azt találták, hogy viszonylag kis mennyiségben fordulnak elő nitrifikáló mikroszervezetek a gyökérvonásban. KRASZILNIKOV és munkatársai [53, 54], valamint több szerző megfigyelte, hogy az ammonifikáló baktériumokon kívül a denitrifikálók fordulnak elő legnagyobb mennyiségben a gyökér körüli zónában, bár a növény fajtától függően lényeges eltérések figyelhetők meg e tekintetben. PÁNTOS [86] vizsgálatai arra mutatnak rá, hogy a búza és kukorica gyökérvonásából kitenyésztett mikroorganizmusok intenzíven hasznosítják a különböző, nehezen értékesíthető foszforvegyületeket.

A növény részére szükséges tápanyagok feltárásán kívül a rhizoszféra mikroszervezetek anyagcseretermékeiken keresztül is befolyásolják annak növekedését. A mikroorganizmusok által kiválasztott metabolitumok között számos szerzőnek sikerült különböző növényi serkentő anyagokat identifikálni. Ezen anyagok között fontos hely illeti meg a β -indolilecetsavat. BOYSEN-JENSEN [11] volt az első, aki 16 baktérium tenyésztésében heteroauxint mutatott ki, majd ROBERTS és ROBERTS [97] számos rhizoszféra baktérium tenyészfolyadékában találtak β -indolilecetsavat. A későbbiek folyamán számos szerző,

KATZNELSON és SIROIS [45], KRASSZILNIKOV [51], RAZNICZINA [93], SZMALIJ [113, 114], VOZNAKOVSKAJA [128] mutatott rá arra, hogy a rhizoszféra baktériumok kultúráiban jelentős mennyiségű indol 3-ecetsav fordul elő. POCHON és BARJAC [87], RAZNICINA [93], SZMALIJ [113], BUKATSCH és munkatársai [12], VANCURA és MACURA [124] és mások az *Azotobacter* tenyészetekben határoztak meg biológiai teszt-, illetve kromatográfiás módszerrel heteroauxint. BERSOVA [8] szerint egyes nyomelemek serkentik a rhizoszféra mikroorganizmusok heteroauxin produkcióját. SZMALIJ [113, 114] szerint a triptofán szolgál kiinduló anyagként a heteroauxin szintézis céljából a baktériumtenyészetekben. FALLOT [23] szerint a mikroorganizmusok anyagcseretermékei között a β -indolilecetsavon kívül más auxin típusú vegyületek is előfordulnak, amelyek serkentik a sejtosztódást.

A mikrobiális eredetű biológiailag aktív anyagok másik fontos csoportját a vitaminok képezik. SAVLOVSKIJ [100, 101] megállapította, hogy a *Ps. aurantiaca*, *Ps. fluorescens*, *Ps. radiobacter*, valamint a *Bact. herbicola* rhizoszféra baktériumok tenyészeiben tiamin nikotinsav és biotin mutatható ki. Radioaktív ként (S^{35}) tartalmazó tiaminnal steril viszonyok között lefolytatott kísérletei során azt találta, hogy a növényi tápoldatba vitt vitamin meghatározott idő elteltével a növényi szövetekben is kimutatható. PÁNTOSNAK ugyancsak sikerült biotint, riboflavint, nikotinsavat és piridoxint meghatározni a kukorica rhizoszféra baktériumainak tenyészetében. SZMALIJ [114] megállapította, hogy a különböző rhizoszféra baktériumok eltérő mennyiségben tartalmaznak biotint, pantoténsavat, nikotinsavat, tiamint és B^{12} vitamint. A vitaminok mennyisége függ a baktériumtenyészet korától is. GEBGARDT [26] megfigyelései szerint a talaj mikroorganizmusok által szintetizált tiamin, piridoxin és biotin csak részben megy át a talajoldatba, nagyobbik része adszorbeálódik a talajkolloidok felületén, valamint beépül a mikroorganizmusok testébe, s így közvetlenül nem hasznosíthatók a növények számára.

A mikroorganizmusok anyagcseretermékei közül fontos jelentősége van a növények életében a giberellinsavnak és általában a giberellineknek. Ezek a metabolitumok, amint sok kísérleti adat bizonyítja, serkentőleg hatnak a növények enzimatikus folyamataira, fokozzák a szerves anyagok szintézisét, meggyorsítják a virágzást és a termés beérését. A giberellinsavat eredetileg a *Fusarium fujinkorii* tenyészetéből identifikálták, majd később sugárgombák (LEGG és ALLISON [63]) és az *Azotobacter* (VANČURA [122], JACKSON és munkatársai [39]) tenyészetéből is sikerült elkülöníteni.

A talajmikroflóra és a magasabbrendű növények kölcsönös kapcsolata szempontjából figyelembe kell venni a mikroszervezetek által szintetizált toxikus anyagokat is. Több kísérleti adat tanúskodik arról, hogy számos baktérium, gomba és sugárgomba képes a különböző növények gátlását kiváltó biotoxinokat képezni. KRASSZILNIKOV [52] kísérletei arra mutatnak rá, hogy a külön-

bőző toxinok hatásmechanizmusa eltérő. Egyesek közülük a nitrogén anyagcserére hatnak, amelynek eredményeként megbomlik az aminosavak szintézisének aránya. Más toxinok a növények vitaminszintézisét gátolják. Azzal kapcsolatban is vannak irodalmi forrásmunkák (KRASZILNIKOV és KUBLICKAJA [55], KUBLICKAJA [58], LADÜGINA [61]), hogy a mikrobiális eredetű toxikus anyagok akadályozzák a klorofil szintézisét, s ennek következtében részleges vagy teljes klorózis áll be. KRASZILNIKOV [52] szerint a toxikus anyagok egy része szelektív hatású, azaz egyesek közülük csak pázsitfűvekre, mások pedig pillangósokra hatnak.

A mikroba anyagcseretermékek jelentős része különösen rendkívül erősen gátolja a más rendszertani csoportokhoz tartozó mikroszervezeteket. Az ilyen metabolikumok a mikrobiológiai szakirodalomban antibiotikum néven ismertek. Nagyszámú irodalmi forrásmunka tanúskodik arról, hogy a gyökérszónában nagy számban halmozódhatnak fel antagonista mikroszervezetek is, amelyek az általuk szintetizált antibiotikus anyagok segítségével elpusztítják az ott élő bizonyos fajokhoz tartozó mikroszervezeteket, illetve megakadályozzák azok bejutását a gyökérszónába. Egyes szerzők nagy jelentőséget tulajdonítanak az antagonista rhizoszféra mikroorganizmusoknak a növényi kórokozók elpusztítása szempontjából. Így COOPER és CHILTON [15] a cukornád rhizoszférájában számos antagonista aktinomiceta jelenlétét észlelték, amelyek elpusztítják az említett növény gyökérrothadását kiváltó *Phytium arrhenomonas* gombát.

LOCHHEAD és LAUDERKIN [65] ugyancsak arról számolnak be, hogy 20 gyökérszónából kitenyészített sugárgomba közül 11 gátolta a növényi kórokozó *Actinomyces scabies* szaporodását. GREGORY és munkatársai [28] szerint egyes sugárgombafajok igen erős antagonistái a *Phytium ultimum* és a *Phytium debarianum* nevű fitopatogén gombáknak. KORENJAKO [46] vizsgálata szerint Szovjet Üzbegisztán talajaiban számos *Pseudomonas* genushoz tartozó baktérium él, amelyek feloldják a gyapot hervadásos betegségét kiváltó *Verticillium dahliae* micéliumait s ennek következtében mintegy 60–80%-kal csökkent a megbetegedés. Igen figyelemreméltóak BOGOPOLSKIJ [10] kísérletei, amely szerint egyes pázsitfűfélék gyökérszónájában sokkal gyorsabban pusztulnak el az emberi kórokozók is, mint azonkívül. A szerző megfigyelte, hogy a talajba kerülő coli-aerogenes csoportba tartozó patogén baktériumok a rhizoszférából gyorsan eltűnnek, míg a gyökérszónán kívül még hosszú időn át kimutathatók. ARCHIPOV [2] szerint a szibériai fekély kórokozója igen gyorsan kiszorul a fokhagyma, vöröshagyma és bükköny gyökérszónájából, míg a szeradella és sárgarépa rhizoszférája nincs hatással a kórokozóra. Más növények, így a burgonya, retek, torma kifejezetten serkentő hatást gyakorolnak az említett patogén mikroba szaporodására a gyökér körüli zónában.

Az első kísérlet, amelyben az antagonista mikroszervezeteket a növényvédelemben alkalmazták, PORTER [89] nevéhez fűződik, aki a búzamazvakat

vetés előtt a *Helminthosporium* kórokozó gombával fertőzte, majd antagonista mikroszervezetekkel oltotta be. Megállapította, hogy az antagonistákkal kezelt magvak esetében a fertőzési százalék igen alacsony volt a kontroll növényekhez viszonyítva. Az azóta eltelt időben számos kísérleti adat látott napvilágot az antagonista mikroorganizmusok, valamint az általuk szintetizált antibiotikus anyagoknak a növényvédelemben történő alkalmazásával kapcsolatban. Az antagonista mikroszervezeteknek a növényekre gyakorolt hatása kétféle módon érvényesül. Egyrészt, mint a fentiekben említettük, az általuk szintetizált és a környezetükbe kiválasztott antibiotikumok segítségével közvetlenül elpusztítják a gyökérszónába kerülő kórokozókat, illetve megakadályozzák, hogy azok a gyökérszónába kerüljenek, másrészt pedig az antibiotikumok a gyökérszónán keresztül bejuthatnak a növénybe is, s ott felhalmozódva fokozzák a növény immunitását a betegségekkel szemben (PRAMER [90], MIRZABEKJAN [80], KRASZILNIKOV [51], KRASZILNIKOV és munkatársai [56], VÖRÖS [129], ASZKAROVA [3], HESSAYON [30], BLANCHARD és DILLER [9], LEBEN és munkatársai [62], valamint mások).

A rhizoszféra mikroorganizmusoktól eltérően a növény föld feletti részén élő nem parazita mikroorganizmusokat epifita mikroflórának nevezik. HUDJAKOV [33] szerint azon mikroszervezetek tartoznak az epifita mikroflórához, amelyek mind a gyökéren, mind pedig a föld feletti részen előfordulnak. Ezzel ellentétben más szerzők csupán a növény földfeletti részén előforduló mikroszervezetekre korlátozzák ezt a terminológiát. Amennyiben azt tartjuk, hogy a gyökérszónában élő mikroszervezeteknek a növény életében betöltött szerepe még nincs teljesen tisztázva, akkor azt is ki kell jelentenünk, hogy az epifita mikroorganizmusoknak a szerepe még majdnem ismeretlen számunkra. Egyes szerzők szerint az epifita mikroszervezetek faji összetétele nem függ a növénytől, hanem a külső fertőzés, azaz a levegő baktériumtartalma határozza meg faji hovatartozásukat, míg mások szerint ezek a rhizoszféra mikroszervezethez hasonlóan ugyancsak specifikusak. A kutatók véleménye szerint a *Pseudomonas herbicola* nevű sárga pigmentet termelő baktérium a búzamazgok felületén élő mikroszervezetek 80%-át alkotja. RAUTENSTEIN [92] megfigyelései szerint a búzamazgok baktériumflórájának 75–98%-át teszi ki a *Pseudomonas herbicola*. JAMES és munkatársai [40] két különböző epifita baktériumot identifikáltak. Az „A” típusnak nevezett *Ps. herbicolán* kívül egy pigmentet nem képző *Pseudomonas* fajt írtak le, amelyet „B” típusba soroltak.

KROULIK és munkatársai [57] az epifita mikroszervezeteket ugyancsak két csoportra osztották. Az egyikbe a kromogén, a másikba pedig a színtelen mikroszervezeteket sorolták. A szerzők véleménye szerint az első csoportban a *Pseudomonas herbicola*, a másodikban pedig a *Lactobacillus plantarum* van túlsúlyban. KRASZILNIKOV [51] szerint viszont a *Lactobacillus genushoz* tartozó szervezetek csak ritkán fordulnak elő a növények felszínén.

HUDJAKOV [33] megfigyelései azt mutatják, hogy az epifita mikroorga-

nizmusok faji összetétele növényfajonként, sőt növényfajtánként is változik. Az egyik búzafajtánál a *Ps. herbicola* az összmikroflóra 97%-át teszi ki, míg egy másik búzafajtánál ez a baktérium egyáltalában nem fordul elő. KVASZNIKOV és SZUMCEVICS [60] megfigyelték, hogy a növények többségének felületén nagy mennyiségben fordulnak elő különböző tejsavas baktériumok. A vad növények felületén jóval kevesebb baktérium él, mint a kultúrnövényeken.

A baktériumokon kívül az epifita organizmusok között különböző gombák is előfordulhatnak. Különösen a *Penicillium* genushoz tartozó gombaszervezetek előfordulását figyelték meg nagy számban, míg az *Aspergillaceae*-hoz tartozó gombák jóval kisebb számban fordulnak elő (MISUSZTIN és TRISZVJATSKIJ [81]). Jelentős mennyiségben figyelték meg viszont a különböző élesztők előfordulását a növény felületén. Aktinomyceták előfordulásával kapcsolatban nincsenek megbízható adataink.

KRASZILNIKOV [51] óva int attól, hogy a növények szárán és levélzetén élő organizmusokat spontán fertőzés eredményeként tekintsük. Véleménye szerint a növény ugyanis nemcsak a rhizoszférában, hanem a földfelületi részen élő mikroszervezeteket is képes szelektálni váladékai segítségével, amelyek tápanyagként szolgálnak azok számára. A növény föld feletti részének váladékai közül CHIBNALL [13] glutamint, VIGOROV [125] ammonium és foszforvegyületeket, GENKEL [27] pedig ásványi sókat mutatott ki. Feltételezhetően az epifita mikroszervezetek produktumai a növénybe bekerülve a rhizoszféra mikroorganizmusokhoz hasonló hatást gyakorolnak az előbbire. VOZNYAKOVSKAJA [128] szerint 253 különböző epifita baktérium 15%-a serkenti, 3%-a pedig gátolja a növények növekedését. Egyes epifita baktériumok, amelyek vitaminokat és heteroauxint képeznek meghatározott körülmények között, 10–14%-kal emelik a termést. Az epifita mikroorganizmusok között számos antagonista is található, amelyek visszaszorítják a növény felszínére kerülő kórokozókat.

Az elmondottakból látható, hogy a növények és a mikroszervezetek között bonyolult kölcsönviszony áll fenn. Egyik a másikra hathat mind pozitív, mind pedig negatív irányban. A növény rendkívül fontos ökológiai tényező, amely szelektálja a felületén élő mikroszervezeteket, az utóbbiak viszont visszahatnak a növényre. A növények és a mikroszervezetek közötti kölcsönviszony tanulmányozása feltétlenül szükséges ahhoz, hogy a növénytermesztésben megfelelő agrotechnikai módszereket tudjunk kidolgozni, amelyekben keresztül a talaj termékenységét magas színvonalon tarthassuk, sőt állandóan fokozni tudjuk.

IRODALOM

1. AGNIHOTHRUDU V. (1955): Incidence of fungistatic organisms in the rhizosphere of pigeon pea (*Cojanus cojan*) in relation to the resistance and susceptibility to wilt caused by *Fusarium udum* Butler. *Naturwiss.* **42**, 515.

2. ARHIPOV V. V. (1954): K probleme dezinfekcii i dezinvacii pocsv putyom kul'tivirovania rasztenij. Veterinar. (6), 53.
3. ASZKAROVA S. (1951): Borba sz gommozom hlopcsatnika sz pomoscsju antibiotikov. Hlopkovodszstvo, (5), 37.
4. BEREZOVA E. F. (1946): Mikroflora rizoszfere l'na i ejo rol' v razvitii rasztenij. Disszertacia na szoiszkanie ucsonoj sztepeni doktora biol. nauk. Moszkva.
5. BEREZOVA E. F. (1951): Mikroflora kornevoj szisztemu rasztenij i metodika ejo izucsenia. Tr. Inszt. sz/h. Mikrobiol. 12, 39.
6. BEREZOVA E. F. (1953): O roli mikroorganizmov v pitanii rasztenij. Szb. rol' mikroorganizmov v pitanii rasztenij. Izd. AN SSSR, Moszkva.
7. BEREZOVA E. F. (1961): O geterotrofnom pitanii rasztenij. Tr. Inszt. Mikrobiol. 11, 17.
8. BERSOVA O. N. (1961): Vlijanie mikroelementov na obrazovanie heteroauxina i degidraznuju aktivnoszt nekotoryh rizoszfernih mikroorganizmov. Tr. Inszt. Mikrobiol. 11, 301.
9. BLANCHARD F., DILLER F. A. (1961): Uptake of aureomycin through the roots of *Phaseolus lumatus*. Amer. Journ. Bot. 38, 111.
10. BOGOPOLSKIJ M. D. (1950): Issledovanie bakterio-sztaticheszkij szvojszt pocsvu v otnosenii coli-paracoli bakterij. Mikrobiol. Zsurn. 12, 67.
11. BOYSEN-JENSEN P. (1931): Über Wachstumregulatoren bei Bakterien. Bioch. Zschr. 26, 205.
12. BUKATSCH F., BURGER K., SCHLÜTTER M. (1956): Untersuchungen über Eiweiss und Eiweissstoffwechsel bei *Azotobacter*. mit besonderer Berücksichtigung der Indolkörper. Ztbl. Bakt. II. 109, 226.
13. CHIBNALL A. (1939): Protein metabolism in the Plant.
14. CLARK F. (1940): Notes on types of bacteria associated with plant roots. Trans. Kansas Acad. Sci. 43, 75.
15. COOPER W., CHILTON S. (1950): Studies on antibiotic soil organisms. Phytopath. 40, 544.
16. DITTMER H. (1937): A quantitative study of roots and root hair of a winter rye plant (*Secale cereale*). Amer. Journ. Bot. 24, 417.
17. DOROHOVA (1958): Izv. AN SSSR ser. biol. 36, 218, (1942) (cit. Pochon J. Barjac H.: Biologie du sol. Dunod Paris.)
18. DOROSZINSKIJ A. M. (1951): Rol' mikroorganizmov v pitanii rasztenij. II. Vszeszozjuzn. Inszt. sz/h. mikrobiol. 1945-48. 12.
19. DOROSZINSKIJ A. M. (1953): K voproszu o roli mikroorganizmov v kornevom pitanii rasztenij. Szb. trudov plen. szekc. udobr. VASzHNIL, 19 old.
20. DOROSZINSKIJ A. M., LAZAREV N. M. (1949): Rol' mikroorganizmov v kornevom pitanii rasztenij. Agrobiol. (4), 39.
21. DYER B. (1894): Über die Bestimmung der wahrscheinlich assimilierbaren mineralischen Pflanzennährstoffe im Boden. Zentr. Bl. Agrik.-Chem. 23, 799-809.
22. EKLUNDE O. (1930): Die pH-Werte einigen Pflanzenrhizosphären. Mem. Soc. pro Faune e Flora Fennica, 6, 107.
23. FALLOT J. (1963): Bacteries el tissu végétal en culture. Ann. Inst. Pasteur. 105, 188.
24. FEDOROV M. V. (1954): Pocsvennaja mikrobiologia. Izd. Nauka, Moszkva.
25. FEHÉR D. (1954): Talajbiológia. Akadémiai Kiadó, Budapest.
26. Gebgardt A. G. (1961): Rol' mikroorganizmov v nakoplenii vitaminov v pocsvah i posztuplenii ih v rasztenia. Tr. Inszt. Mikrobiol. 11, 292.
27. GENKEL P. A. (1946): Usztojsivoszt rasztenij k zaszuhe i putyi ejo povusenia. Izd. AN SSSR, Moszkva.
28. GREGORY K., ALLEN O., RIKER A., PETERSON W. (1952): Antibiotics as agents for the control of certain damping of fungi. Amer. Journ. Bot. 39, 405.
29. HARMSEN G. W., JAGER G. (1963): Soil organisms. Nort-Holland Publ. Co. Amsterdam.
30. HESSAYON D. (1953): Fungitoxin in soil. Soil Sci. 75, 395.
31. HILTNER L. (1904): Über neuere Erfahrungen und Probleme auf dem Gebiet der Bodenbakterien und unter besonderer Berücksichtigung der Gründüngung und Brache. Arb. dt. landw. Ges. 98, 59.
32. HOFFMAN K. (1914): A contribution to the subject of the factors concerned in soil productivity. Kansas Univ. Sci. Bull. 9, 81.
33. HUDJAKOV J. P. (1953): Upravlenie epifitnoj mikrofloroj. DAN SSSR, 43, 907.
34. HUBBEL D. S., CHAPMAN J. E. (1964): The genesis of sturcture in two calcareous soils. Soil Sci. 62, 271.
35. HULPOI N. (1936): Demonstration von Mikroorganismen in der Rhizosphäre. Arch. f. Mikrobiol. 7, 579.
36. ISZAKOVA A. A. (1934): K voproszu o vzaimootnosenijah mezdsu vüszsimi raszteniami i mikroorganizmami. Izv. AN SSSR Otd. mat. nauk. 993 old.

37. ISZAKOVA A. A. (1939): O vlijanii bakterij rizoszfertü na razvitie rasztenij. Izv. AN SSSR (5), 838.
38. ISZAKOVA A. A. (1940): Ob otbore kornjami rasztenij szpecificeszkaj mikroforü. Tr. Inszt. Fiz. Raszt. AN SSSR 3, (2).
39. JACKSON R. M., BROWN M. E., BURLINGHAM S. K. (1964): Smilar effects on tomato plants of Azotobacter inoculation and application of gibberellins. Nature, 203, 851.
40. JAMES N., WILSON J., STARK E. (1946): The microflora of stored wheat. Canad. Journ. Res. 24, 232.
41. KANDLER O. (1951): Papierchromatographischer Nachweiss der Aminosäureausscheidung in vitro kultivirter Maiswurzeln. Ztschr. Naturforsch. 6B, 437
42. KASERER H. (1940): Über die Beeinflussung des Bodens durch die Pflanzen in der Wurzelzone. Ztschr. Bodenk. Düng. u. Pflanzenernäh. 21/22, 637.
43. KATZNELSON H. (1946): The „rhizosphere effect“ on mangels on certain groups of soil microorganism. Soil Sci. 62, 343
44. KATZNELSON H., RONATT J. W., KAYNE T. M. B. (1954): Liberation of amino-acids by plant roots in relation to desiccation, Nature 174, 1110.
45. KATZNELSON H., SIROIS J. C. (1961): Auxin production by species of Arthrobacter. Nature, 191, 1323.
46. KORENJAKO A. I. (1939): Biologiceszkij metod raszpoznavanja mikobakterij DAN SSSR nov. ser. 23, (2).
47. KRASZILNIKOV N. A. (1934): Vlijanie kornevüh vüdelenij na razvitie azotobaktera i drugih pocsvennüh mikrobov. Mikrobiol. 3, (3).
48. KRASZILNIKOV N. A. (1939): Vlijanie pocsvennüh bakterij na roszt pšenicü. Mikrobiol. 8, 523.
49. KRASZILNIKOV N. A. (1940): O mikrobiologiceszkij processzah v rizoszfere rasztenij. Probl. szov. pocsvoved. 11, 159.
50. KRASZILNIKOV N. A. (1944): Vlijanie rasztitel'nogo pokrova na mikrobnüj szosztav v pocsvé. Mikrobiol. 13, 187.
51. KRASZILNIKOV N. A. (1958): Mikroorganizmü pocsvü i vüszsie rasztenia. Izd. AN SSSR, Moszkva.
52. KRASZILNIKOV N. A. (1962): A mikroorganizmusok szerepe a növények életében. Agro-kémia és Talajtan, 11, 413.
53. KRASZILNIKOV N. A., KRISZ A. E., LITVINOV M. A. (1936): Vlijanie kornevüh szisztémü na mikroorganizmü pocsvü. Mikrobiol. 5, (2).
54. KRASZILNIKOV N. A., KRISZ A. E., LITVINOV M. A. (1936): Mikrobiologiceszkaja karakterisztika rizoszfertü kul'turnüh rasztenij. Mikrobiol. 5, 87.
55. KRASZILNIKOV N. A., KUBLICKAJA M. A. (1956): Mikrobnüie toxinü i antitoxinü v obrazovanii hloroza u vinogradnoj lozü. DAN SSSR 110, 46.
56. KRASZILNIKOV N. A., MIRZABEKJAN R. O., ASZKAROVA S. (1951): Primenenie antibiotikov pri nekotörüh zabolevaiah u rasztenij. DAN SSSR 79, (8).
57. KROULIK J., BURKEY L., WISEMAN H. (1955): The microbiol populations of the green plant and of the cut forage prior to ensiling. Journ. Dairy Sci. 38, 256.
58. KUBLICKAJA M. A. (1955): Parazitnüh hloroz vinogradnoj lozü v Szrednej Azii. Disszertacia na szoizskania ucsonoj sztepeni kand. biol. nauk. Taskent.
59. KÜNZE F. (1906): Über Säureausscheidung bei Wurzeln und Pilzhyphen und ihre Bedeutung. Jahrbuch wiss. Bot. 42, 357.
60. KVASZNIKOV E., SZUMCEVICS M. G. (1953): Molocsnokiszlúe bakterii v epifitnoj mikroflöre rasztenij Szrednej Azii. Mikrobiol. 22, 367.
61. LADÜGINA M. E. (1960): O prirode dejsztvia sztreptomicina na zelenüe rasztenia. Disszertacia na szoizskania ucsonoj sztepeni kand. biol. nauk. Moszkva.
62. LEBEN C., ARNY D., KEIT G. (1953): Small grain seed treatment with the antibiotic Helexin B₁. Phytopathol. 43, 391.
63. LEGG J. O., ALLISON F. E. (1960): Role of rhizosphere microorganisms in the uptake of nitrogen by plants. Proc. 7th Int. Cong. Soil. Sci. Madison, (3), 545.
64. LEMMERMANN O. (1907): Untersuchungen über einige Ernährungunterschiede der Leguminosen und Gramineen und ihre warscheinliche Ursache. Landw. Vers. Sta. 67, 207.
65. LOCHHEAD A., LAUDERKIN G. (1907): Aspect of antagonisms between microorganisms in soil. Plant and Soil, 1, 271.
66. LOCHHEAD A., BURTON M. (1953): An essential bacterial growth factor produced by microbial synthesis. Canad. Journ. Bot. 31, 7.
67. LOCHHEAD A., BURTON M. (1955): Qualitative studies of soil microorganims. Characteristic of vitamin B₁₂ requiring bacteria. Canad. Journ. Microbiol. 1, 319.

68. LYON T. (1910): Influence of higher plants on bacterial activities in soils. *Journ. Amer. Soc. Agr.* **10**, 313.
69. LYON T., WILSON I. (1921): Liberation of organic matter by roots of growing plant. *New Jers. (Cornell) Agr. Exp. Sta. Mem.* **40**, 43.
70. MAASEN A., BEHN H. (1923): Zur Kenntnis der bakteriologischen Bodenuntersuchung. *Arch. biol. Reichsanst. Land u. Forstwirtschaft.* **11**, 399.
71. MACURA J. (1965): Interactions nutritionnelles plantes-bacteries et bases expérimentales de la bactériation des graines. *Ann. Inst. Pasteur*, **111**, 9.
72. MACRAE I., CASTRO T. F. (1966): Carbohydrates and amino acids in the root exudates of rice seedlings. *Fiton*, **23**, 95.
73. MARTIN J. (1950): Effect of soil fungi on germination of sweet orange seeds and development of the young seedlings. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **14**, 184.
74. MASKOVCEV M. (1934): Materialü k izucseniu izrezsivania vszhodov risza. *Tr. Cent. Opüt. risz. sztanc.* (6), 27.
75. MAZE P. (1911): Recherches sur la physiologie végétale. *Ann. Inst. Pasteur*, **25**, 705.
76. MESKOV M. V. (1953): Kornevüe vüdelenie rasztenij. *Tr. konf. pocsv. mikrobiol.* 285 old. *Izd. AN SSSR, Moskva.*
77. MESKOV M. V. (1961): Szoderzsanie obsego ugleroda v kornevüh vüdeleniah rasztenij pri vürasesivaniü ih v uszloviah szterilnüh kul'tur na besszmenüh i szmenüh pitatel'nüh rasztvorah DAN SSSR (3), 352.
78. METZ H. (1955): Untersuchungen über die Rhizosphäre. *Archiv f. Microbiol.* **23**, 297.
79. MININA E. G. (1927): K voproszu o kyszlotnoszti kornevüh vüdelenij. *Izv. biol. Inszt. pri MGU.* **5**, 233.
80. MIRZABEKJAN R. O. (1955): Antibiotiki kak szredsztvo dlja obezrazsivania cserenkov ot vnutrennej infekcii. *Agrobiol.* (2), 130.
81. MISUSZTIN E. N., TRISZVJATSKIJ A. A. (1963): Mikrobiologia zerno. *Izd. AN SSSR, Moskva.*
82. MÜLLER G. (1965): *Bodenbiologie.* Verl. Fischer. Jena.
83. OBRAZCOVA A. A. (1936): Mikroorganizmü rizoszferü v batumszkih krasznozjomah. *Izv. AN SSSR* (1), 255.
84. PÁNTOS GY. (1956): A búza rhizoszféra-baktériumainak fő formái, fiziológiai tulajdonsága és kölesönös kapcsolatai a növényvel. *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* **9**, 315.
85. PÁNTOS GY. (1959): A növények és a rhizoszférájukban élő mikroorganizmusok kölesönös kapcsolatának néhány kérdése. *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* **16**, 1.
86. PÁNTOS GY. (1961): A búza és kukorica gyökérfelületi zónájában uralkodó egyes baktériumok vitaminszintetizáló képessége. *Agrokémia és Talajtan*, **10**, 511.
87. POCHON J., BARJAC H. (1958): Interactions entre la croissance des *Azotobacter* et celle du maïs. *Ann. Inst. Pasteur*, **94**, 419.
88. POCHON J., BARJAC H. (1958): *Microbiologie du sol.* Ed. Dunod, Paris.
89. PORTER CH. (1924): Concerning the characters of certain fungi as exhibited by their growth in the presence of other fungi. *Amer. Journ. Bot.* **11**, (1).
90. PRAMER D. (1955): Absorption antibiotics by plant cells. *Science*, **121**, 507.
91. PRJANISNIKOV D. N. (1928): Opütü sz foszfatami odnoszjascsieszja k voproszu o kornevüh vüdeleniah. *Jubil. szb.* 328, Moskva.
92. RAUTENSTEIN J. I. (1939): Mikrobiologicseszkie processzü pri poszleuborocsnom dozrevanii szuske i hranenii psenicznogo zerna kombajnovoj uborki. *Mikrobiol.* **8**, 211.
93. RAZNICINA E. A. (1938): Obrazovanie bakteriami rosztovüh vescsesztv gruppü auxina. *DAN SSSR*, **18**, 353.
94. REMPE E. H. (1951): Osznovnüe faktorü nakoplenia i otbora mikroorganizmov v zone kornevoj szisztemü vüszsego rasztenia. *Disszertacia na szoizskanie ucsonoj sztepeni kandidata biol. nauk.* Moskva.
95. REMPE E. H. (1951): Mikroflora kornevoj szisztemü pri vürasesivaniü rasztenij v vodnüh kul'turah. *Tr. Inszt. sz/n Mikrobiol.* **12**, 56.
96. REMPE E. I. (1961): Vlijanie kornevoj mikroflorü na roszt i razvitie rasztenij. *Tr. Inszt. Mikrobiol.* **11**, 71.
97. ROBERTS J. L., ROBERTS E. (1939): Auxin production by soil microorganisms. *Soil Sci.* **48**, 135.
98. SALIT M. S., KALMÜKOVA A. A. (1935): Kornevaj szisztéma v osznovnüh pocsvennüh tipah Ukrainü. *Bot. Zsurn.* **20**, 4.
99. SANFORD G., BRADFOOD W. (1948): Studies of the effects of other soil inhabiting microorganisms on the virulence of *Ofiobolus graminis*. *Sci. Agr.* **28**, 21.
100. SAVLOVSKIJ G. M. (1954): Ucsasztie mikroorganizmov rizoszferü v sznabzszenii rasztenij vitaminami. *DAN SSSR*, **95**, 1101.
101. SAVLOVSKIJ G. M. (1955): Rol' mikroorganizmov rizoszferü v vitaminom i amino-kyszlotnom pitanii rasztenij. *Izotopü v mikrobiol.* 186 old. *Izd. AN SSSR, Moskva.*

102. SCHREINER O., REED H. (1907): Some factors influencing soil fertility. US Depart. Agr. Bur. Soil Bull. 40 old.
103. SELOUMOVA A. M. (1934): Azotogen. Izd. AN SSSR, Leningrad.
104. STARE A. (1942): Zur Frage der Rhizosphäre und Bodenimpfung mit Azotobacter. Arch. Mikrobiol. **13**, 164.
105. STARKEY R. (1929): Some influences of the development of higher plants upon the microorganisms in the soil. Soil Sci. **27**, 319.
106. STARKEY R. (1931): Influence of proximity of root on abundance and activity of microorganisms. Soil Sci. **32**, 367.
107. STARKEY R. (1938): Microscopic examination of the rhizosphere. Soil Sci. **45**, 207.
108. STOKLASA J. (1926): Handbuch der Biophysik und biochemischen Durchforschung des Bodens. Berlin.
109. STOKLASA J., ERNEST A. (1909): Beiträge zur Lösung der Frage der chemischen Natur der Wurzelsekretes. Jahrb. Wiss. Bot. **46**, 55.
110. SULOVIČ I. S. (1913): Issledovanja v oblasti fiziologii pitania vüszsüh rasztenij pri pomosti metodov izolirovannogo pitania i szterilnüh kul'tur. Petrograd.
111. SZAVVINOV N. I., PANKOVA N. (1942): Kornevaja szisztéma rasztitel'noszti celinüh ucsasztkov sztepej Zavolzsza i novüj metod ejo izucsenie. Szb. pam. Viljamsza, 117 old.
112. SZIDORENKO A. I. (1940): Razvitie azotobaktera v rizoszfere szel'szkohozajsztvennüh rasztenij. Microbiol. **9**, 153.
113. SZMALIJ V. T. (1954): Utvorenia geteroauxinu v asszociativnüh kul'turah azotobaktera. Mikrobiol. Zsurn. **16**, (4).
114. SZMALIJ V. T. (1961): Obrazovanie biologicseszkih aktivnüh vescsesztv bakteriami. Tr. Inszt. Mikrobiol. **11**, 284.
115. THOM C. (1935): Micropopulations correlated to decomposition processes. III Int. Cong. Soil Sci. Oxford, **1**, 160.
116. THOM C., HUMFIELD H. (1932): Notes on the association of microorganisms and root. Soil Sci. **34**, 29.
117. TIMONIN M. (1940): The interaction of higher plants and soil microorganisms. I. Microbial population of rhizosphere of seedlings of certain cultivated plants. Canad. Journ. Res. C. **18**, 307.
118. TIMONIN M. (1940): The interaction of higher plants and soil microorganisms. II. Study of the microbial population of the rhizosphere in relation to resistance of plants to soil borne diseases. Canad. Journ. Res. C. **18**, 444.
119. TIMONIN M. (1945): Interaction of higher plants and soil microorganisms. Soil Sci. **52**, 395.
120. TIMONIN M., TEXTON R. (1950): The rhizosphere effect of onion and garlie on soil microflora. Proc. Soil Sci. Amer. **15**, 186.
121. UPPAL B., PATEL M., DAJI J. (1939): Nitrogen fixation in rice soils. Ind. Journ. Agr. Sci. **9**, 689.
122. VAŇČURA V. (1961): Detection of gibberellic acid in Azotobacter cultures. Nature, **192**, 88.
123. VAŇČURA V. (1964): Root exudates of plants. I. Analysis of root exudates of barley and wheat in their initial phases of growth. Plant and Soil, **21**, 231.
124. VAŇČURA V., MACURA J. (1960): Indole derivaties in Azotobacter cultures. Folia Microbiol. **5**, 293.
125. VIGOROV L. I. (1954): O vüdelenii vescsesztv prorasztkami psenicü pri guttacii. Priroda, (2), 106.
126. VIRTANEN A., LAINE T. (1936): Investigations on the amino-acids of plants. Bioch. Journ. **30**, 1509.
127. VIRTANEN A., LAINE T. (1937): Excretion of -aspartic acid from the nodules of leguminous plants. Suom. Kemistilehti **10**, 32.
128. VOZŇJAKOVSZKAJA J. M. (1961): Sztimul'acia rosztza rasztenij epifitnoj mikroflorj. Tr. Inszt. Mikrobiol. **11**, 56.
129. VÖRÖS J. (1960): Gombagätöl antibiotikumok alkalmazása a növényvédelemben. Kandidátusi értekezés, Budapest.
130. WENZEL H. (1964): Bodenbakteriologische Untersuchungen auf Pflanzensociologischer Grundlage. Ztblt. Bakt **89**, 73.
131. WEST P. M. (1939): Excretion of thiamin and biotin by the roots of higher plants. Nature, **144**, 1050.
132. WINTER A. (1940): Untersuchungen über den Einfluss biotischer Faktoren auf die Infektion des Weizens durch Ophiobolus graminis. Ztschr. Pflanzenkr. u. Pflanzensch. **50**, (3/4).
133. WINTER A., RÜMCKER R. (1952): Humus und Pflanze. Die Wechselwirkung von Pflanze und Boden im Lichte neuester Forschungen. Orion, **17**, 673.