

Dr Adela Modrić

Institut za istraživanje tla

Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta, Zagreb

UTJECAJ VIŠEGODIŠNJEG KULTIVIRANJA VRIŠTINSKOG TLA NA NJEGOVA MIKROBIOLOŠKA SVOJSTVA

Uvod

U nastojanju da se povećaju poljoprivredne površine, Zavod za ratarstvo i Zavod za agroekologiju u Zagrebu pristupili su 1952. godine melioraciji vrištinskog tla u Lici, koje zaprema znatne površine, a ne može se, uopće, koristiti u poljoprivredne svrhe. Jedini način iskorištavanja je oskudna ispaša.

Melioraciji vrištinskog tla pristupilo se postavljanjem kompleksnih pokusa u Oštarijama. U tim pokusima primijenjene su različite agrotehničke mjere: kalcifikacija, ilovačenje sa crvenicom tj. obogaćivanje tla koloidnim česticama, gnojdba stajskim i umjetnim gnojivima, te valjanjem teškim valjkom. Opisi postavljanja pokusa i prvi rezultati objavljeni su ranije (6).

Na postavljenim pokusima promatran je utjecaj navedenih agrotehničkih mjera na visinu priroda i na promjene koje su nastale u tlu.

U sklopu ovih kompleksnih istraživanja, bilo je uključeno i mikrobiološko istraživanje. Svrha mikrobioloških istraživanja bila je, u prvom redu, da se prikažu mikrobiološka svojstva ovih tala, koja do tada nisu bila istražena, a u drugom redu da se kontroliraju mikrobiološke promjene nastale primjenom agrotehničkih mjera. Počevši od 1953. godine, prate se i kontroliraju mikrobiološka svojstva na pokusnim parcelama.

U ovom radu su prikazane promjene mikrobiološkog stanja u razdoblju od 1956. do 1960. g., nastale pod utjecajem kultiviranja tla. Rezultati iz 1956. godine (tj. 4 godine nakon obrade) objavljeni su ranije (6).

Radi komparacije u ovom radu su na više mjesta izneseni podaci istraživanja iz 1956. godine. Citirani su podaci i za prirodno vrištinsko tlo (tj. tlo koje se nije nikad obrađivalo, a u kojem su se nalazile pokusne parcele prije pristupanja pokusima), te podaci za kultiviranu vrištinu (tj. seljačka oranica, koja se obrađuje 35—40 godina, a nalazi se u neposrednoj blizini pokusnih parcela).

Ranija i sadašnja istraživanja odnose se na dvije pokusne parcele, koje su označene kao pokus 10 i pokus 11. Na ovim pokusnim poljima provedeni su pokusi s navedenim agrotehničkim mjerama.

Za sva istraživanja uzimani su uzorci uvijek na istim mjestima radi usporedbe.

Uzorci za ova posljednja istraživanja uzeti su samo iz površinskog sloja tj. do dubine od 20 cm., dok su ranije bili uzeti iz dubine cijelog profila do dubine preko jednog metra.

Metodika rada

Za ova istraživanja izvršene su iste mikrobiološke analize kao i ranije, da bi se mogla vršiti komparacija i to:

I Određivanje glavnih grupa mikroorganizama:

- a) ukupan broj aerobnih bakterija određivan je metodom ploča (9) uz upotrebu razrjeđenja 10^{-6} ,
- b) ukupan broj aktinomiceta određivan je metodom ploča; hranjivi supstrat po Krasiljnikovu (5) cijepljen je razrjeđenjem 10^{-4} ,
- c) broj gljiva određivan je metodom ploča na hranjivom supstratu po Czapeku (7) uz upotrebu razrjeđenja 10^{-4} .

II Određivanje fizioloških grupa mikroorganizama :

- azotobacter je odredivan metodom kremičnog gela (19),
- nitifikacijske bakterije metodom kremičnog gela (19),
- aerobni razgrađivači celuloze (bakterije i gljive) metodom kremičnog gela (19),
- amonifikatori metodom ploča na agariziranom ekstraktu tla sa peptonom kao hranjivom supstratu.

III Istraživanje mikrobioloških procesa u tlu :

- disanje tla mjerenjem izlučenog ugljičnog dioksida (18),
- amonifikacija mjerenjem izlučenog NH_3 uz dodatak peptona (9),
- celulolitička sposobnost tla odredivana je na osnovu postotka razgrađenog filter papira (19).

Navedene analize dale su rezultate koji su iznijeti u grafikonima i tabelama.

Rezultati i diskusija

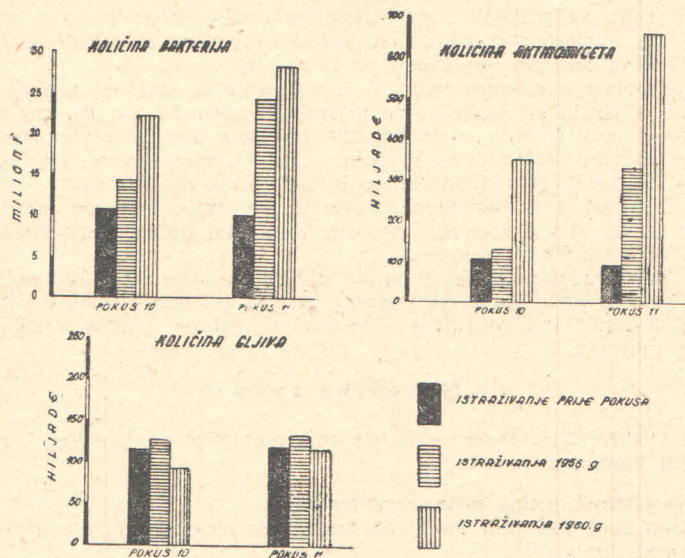
Već iz grafikona možemo zaključiti, da su agrotehničke mjere i stalno održavanje ovih pokusnih parcela pod poljoprivrednim kulturama djelovale stimulativno na razvoj mikroorganizama. Količine bakterija, a još više količine aktinomyceta znatno su porasle u tlima obaju pokusa.

Da se ilustrira porast količina bakterija tokom istraživanja, označit ćemo količinu bakterija na početku istraživanja (1953) sa vrijednosti 1, a porast količina bakterija u 1956. odnosno 1960. godini u odnosu na 1953., bit će 1 : 1,28 : 2,01 za pokus 10, odnosno 1 : 2,15 : 2,55 za pokus 11.

U 1956. godini bila je mnogo veća razlika između ova dva pokusna polja. Pokus 11 sadržavao je dvostruko više bakterija nego kad je bio u stanju prirodnog

Količina glavnih grupa mikroorganizama

Grafikon 1



vrištinskog tla, a pokus 10 je još uvijek bio vrlo sličan prirodnom vrištinskom tlu. Međutim, istraživanja iz 1960. godine su pokazala, da su se ova dva tla skoro izjednačila u količini bakterija.

U pokusu 10 razlika između količine aktinomiceta na početku pokusa i 1956. godine nije bila velika, ali je ona mnogo veća između količina aktinomiceta na početku pokusa i sada. Tako kod pokusa 10 imamo ovaj omjer 1 : 1,19 : 3,43.

Što se tiče količina aktinomiceta, vidimo da je još i sada velika razlika između ova dva pokusna tla. U pokusu 11 količina aktinomiceta je 6,7 puta veća nego na početku, a 3,5 puta u pokusu 10. Pokus 11 imao je pred 4 godine istu količinu aktinomiceta koju ima sada pokus 10.

Prema podacima nekih talijanskih istraživača proizlazi, da se kalcifikacijom i ostalim agrotehničkim mjerama smanjuje broj gljiva u vrištinskom tlu. Tako su Verona O. i Frenzano G. (13) ustanovili 5 do 10 puta manje gljiva u vrištinskom tlu nakon desetogodišnje obrade i melioracija. U našem slučaju, nakon osmogodišnjeg kultiviranja apsolutan broj gljiva nije se mnogo mijenjao. Međutim ako stavimo u odnos gljive prema bakterijama vidimo da su oba pokusna tla, dok su se nalazila u stanju prirodne vrištine, imala omjer 1 : 100. Kultiviranjem taj se odnos mijenjao u korist bakterija i nakon 4 godine iznosio je 0,89 : 100 za pokus 10, a 0,53 : 100 za pokus 11. Nakon 8 godina on za oba pokusa iznosi 0,41 : 100. Iz ovih omjera vidimo da se apsolutnim porastom bakterija relativno smanjuje količina gljiva.

Već iz ovih podataka zaključujemo, da je kultiviranje ovih tala, a isto tako i držanje pod kulturama, djelovalo na povećanje količine bakterija, a još više na povećanje količine aktinomiceta, te ujedno na relativno smanjenje količine gljiva.

Fiziološke grupe mikroorganizama

Tab.1

Dubina u cm.	Azotobacter ‰ fertilnih zrna tla	Nitrifikatori nitrit. nitrat. bakterije	Amonifikatori milijuni	Razgrađivači celuloze ‰ fertilnih zrna tla
	Pokus broj 10			
0 — 20	0	0	56	72
	Pokus broj 11			
0 — 20	0	0	66	94
	Kultivirana vriština (seljačka oranica)			
0 — 20	4	0	—	90

Od fizioloških grupa bakterija iskorištavan je azotobacter, ali ni u jednom pokusnom tlu nije ustanovljen. U održavanju plodnosti tla važna je i grupa nitrifikacijskih bakterija, koje također nisu ustanovljene u ovim pokusnim tlima. U tlu seljačke oranice sada je po prvi put ustanovljen azotobacter, iako ne u velikoj količini. Samo 4‰ zrnaca tla bilo je fertilno azotobacterom. Dugogodišnja obrada, gnojidba i kalcifikacija povoljno djeluje na razvoj ove bakterije.

Premda je kiselost ovih tala smanjena, azotobacter nije ustanovljen u oba pokusa.

Tab 2

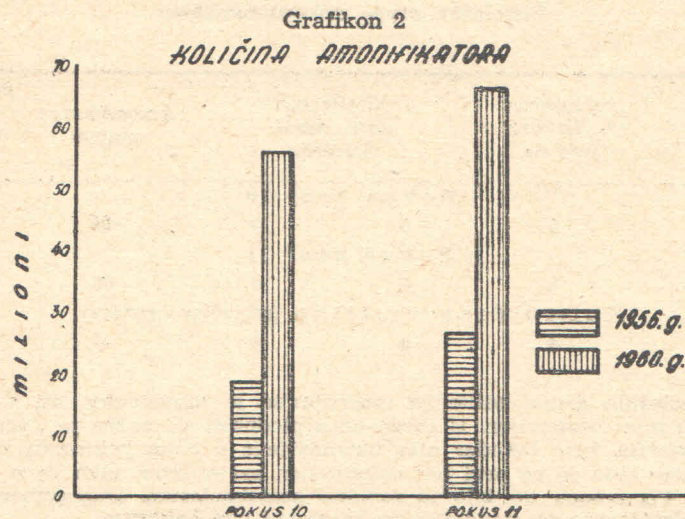
	nKCL	pH	H ₂ O
<i>Pokus 10</i>			
1956.	4,28		5,29
1960.	5,89		6,45
<i>Pokus 11</i>			
1956.	4,55		5,87
1960.	5,09		6,04

Prema podacima mnogih istraživača, granični faktor za razvoj azotobacteria je pH 6 (3, 10, 12, 16). Prema tome, reakcija tla u ovom slučaju ne bi bila razlog nepresutnosti ove bakterije u tom tlu. Sadržaj fosfora i kalcija u tlu djeluje pozitivno na razvoj azotobacteria i njegovu aktivnost (1, 4, 16). Usprkos obilne gnojidbe pokusnih tala i sada se pokazuje manjak fosfora (100 g tla u pokusu 10, sadrži 1,0 mg P_2O_5 , a ista količina tla pokusa 11 sadrži 2,5 mg P_2O_5 po Egneru) što bi mogao biti jedan od razloga za odsustvo azotobacteria. A. B. Beck i H. L. Jensen (11) našli su u istočnim tlima Australije samo u jednoj polovini tala Azotobacter, premda su ova tla imala pH 6 i više, ali su tla oskudijevala fosforom.

Druga važna grupa bakterija — nitrifikatori — koje su jedine u stanju prevesti dušikove spojeve u nitratni oblik, također nisu utvrđene ni nakon osmogodišnje obrade, što je u skladu s navodima Waksmana (14), da nitrifikacijskih bakterija nema u tresetištima, nekim šumskim tlima i u tlima koja sadrže surovi humus.

Nitrifikacijske bakterije zahtijevaju veoma povoljne uslove za svoj razvoj i to: povoljnu reakciju tla, dovoljan pristup kisika, prisustvo biogenih elemenata, naročito fosfora i kalcija, te pravilnu ravnotežu elemenata: željeza, mangana i bakra. Pomanjkanje fosfora može priječiti razvoj nitrifikatora čak i u alkalnim tlima (11).

Slijedeća grupa, koja je obuhvaćena ovim istraživanjima, jesu amonifikatori. Količina ovih bakterija znatno je porasla od 1956. godine. Za bolju ilustraciju prikazat ćemo to grafički.



Količina amonifikacijskih bakterija znatno je porasla u ovim pokusnim tlima. Premda pokus 11 ima veći apsolutni broj amonifikatora, porast od 1956. godine je u oba pokusna tla podjednak. Povećanje je očito, kako se vidi s grafikona broj 2. Porast ovih bakterija ukazuje na intenzivniju razgradnju organskih dušičnih spojeva tla.

Usporedimo li podatke iz tabele 1 s podacima, koji su dobiveni prije 4 godine, vidimo da je količina mikroorganizama koji razgrađuju celulozu povećana u pokusu 11 (88% fertilnih zrna tla 1956.), a u pokusu 10 (72% fertilnih zrna tla 1956.) ostao je isti. Međutim, u oba pokusa količina razgrađivača celuloze povećana je dvostruko prema količini na početku postavljanja pokusa (6).

U ovim istraživanjima obuhvaćene su bakterije i gljive zajedno kao razgrađivači celuloze.

Mikrobiološki procesi

Tab. 3

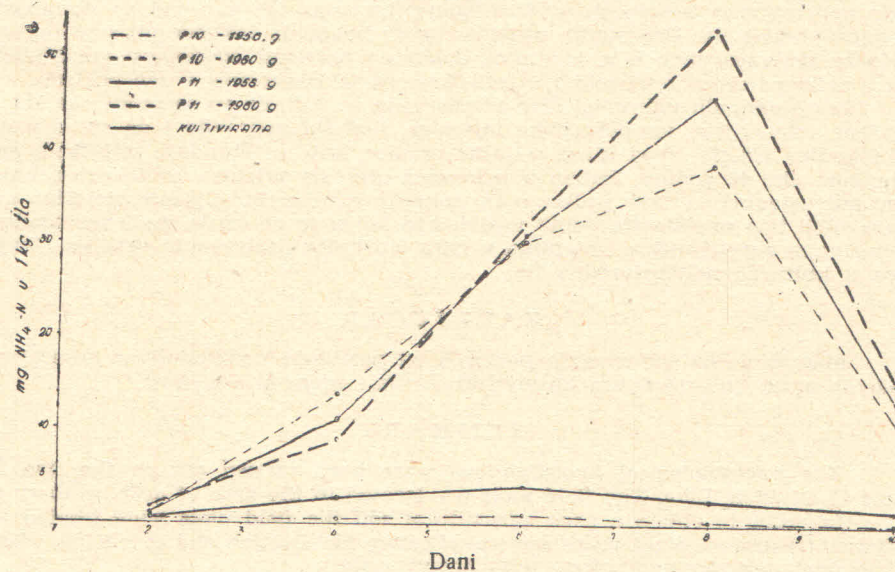
Dubina uzorka u cm	Amonifikacija mg NH ₄ -N u 1 kg tla za 10 dana	Disanje tla mg proizvedenog CO ₂ u 1 kg tla		Razgradnja celuloze % razgrađenog filter papira
		za 7 dana	dnevni prosjek	
Pokus broj 10				
0 — 20	94,80	389,40	55,33	25,52
Pokus broj 11				
0 — 20	111,90	496,65	70,95	28,32
Kultivirana vriština (seljačka oranica)				
0 — 20	103,20	355,30	50,75	27,05

U pokusu 11 zabilježena je veća količina razvijenog ugljičnog dioksida nego u pokusu 10. To isto bilo je ustanovljeno pred 4 godine.

Sposobnost razgradnje organske tvari smanjena je u pokusu 11, a u pokusu 10 je gotovo ista kao 1956. godine. Dnevni prosjek u pokusu 10 u 1956. iznosio je 50 mg CO₂ a 1960. 55 mg CO₂/1 kg tla. U pokusu 11, 1956. godine dnevni prosjek razvijenog CO₂ iznosio je 103 mg CO₂ (6), a 1960. 70,95 mg CO₂/1 kg tla.

Rezultati provedenih mikrobioloških analiza dokazuju, da su se svojstva vrištinskog tla utjecajem agrotehničkih mjera znatno popravila u odnosu na prirodno (netretirano) vrištinsko tlo. Međutim po količini izlučenog CO₂ ne vidimo bitne razlike između tretiranih i netretiranih parcela. 1 kg prirodnog vrištinskog tla razvio je 71,80 mg CO₂/24 sata (6). Tu činjenicu možemo tumačiti time što prirodno vrištinsko tlo sadrži bujno razvijeno korijenje bujadične i vrištinske vegetacije, koja također izdiše znatne količine CO₂. Godine 1956. bila je izvršena analiza o količini korijenja u određenom volumenu tla. Ta je analiza pokazala, da pokusne parcele sadrže oko 3,5 puta manje korijenja nego prirodno vrištinsko tlo, a kultivirana seljačka oranica 27 puta manje korijenja od prirodne. Od cjelokupne proizvedene količine CO₂ u tlu oko 30% otpada na respiraciju korijenja (16).

Grafikon 3



Jedno i drugo pokusno tlo pokazalo je 1960. godine veću sposobnost razgradnje celuloze. Godine 1956. zabilježeno je bilo 16,30% razgrađenog filter papira u pokusu 10, a 24,52% u pokusu 11 (6). 1960. godine iznosila je količina razgrađenog filter papira 22,0% u pokusu 10, a 28,32% u pokusu 11.

I jedno i drugo pokusno tlo pokazuju slabu razgradnu sposobnost razaranja celuloze. Razgrađeno je oko $\frac{1}{4}$ filter papira. Pomanjkanje fosfora i dušika u pristupačnoj formi vjerojatno su razlog slabe celulolitičke sposobnosti ovih tala.

Oba pokusna tla razvila su mnogo veće količine oslobođenog amonijaka nego godine 1956. Da bi se vidjele razlike u grafikonu broj 3 su iznijete količine razvijenog amonijaka za oba pokusa u 1956. i 1960. godini. U istom grafikonu vidljive su, također, količine amonijaka, koje je razvilo tlo kultivirane vrištine (seljačka oranica).

Određivanje amonifikacione sposobnosti tla vršeno je kroz 10 dana, pa je iz grafikona vidljivo, da je amonifikacija rasla svakim danom jače i da su ova tla postigla svoj maksimum osmog dana. Iza toga sposobnost amonifikacije počela je padati naglije nego što je rasla do maksimuma.

Iz grafikona br. 2 i 3 može se zaključiti, da je mobilizacija dušičnih spojeva u ovim tlima porasla, što ukazuje na pojačanu razgradnju dušičnih spojeva tla.

U ovim istraživanjima nije izvršena analiza nitrifikacijske sposobnosti tla radi toga, što su već same analize o prisustvu nitrifikacijskih bakterija dale negativan rezultat.

Prema podacima ovih istraživanja je utvrđeno, da su provedene agrotehničke mjere, stalna obrada i kultiviranje imale pozitivan utjecaj na promjenu mikrobioloških svojstava vrištinskog tla. Istraživanja, koja su provedena prije 4 godine, pokazala su da je četverogodišnja intenzivna obrada i primjena agrotehničkih mjera popravila mikrobiološka svojstva pokusnog vrištinskog tla do nivoa seljačke oranice, koja se obrađuje seljačkom agrotehnikom kroz dugi niz godina. Sadašnja istraživanja pokazuju, da poboljšanje mikrobioloških svojstava i dalje napreduje.

Sva dosadašnja istraživanja su pokazala, da je tlo pokusa 11 imalo bolja mikrobiološka svojstva od pokusa 10 i da je po mikrobiološkim svojstvima bilo gotovo izjednačeno sa seljačkom oranicom. Pokus 10 po svojim mikrobiološkim svojstvima bio je bliži prirodnom vrištinskom tlu. Međutim, ova posljednja istraživanja pokazuju, da između ova dva pokusna tla ne postoji više tako velika razlika.

Iako su ova tla pokazala znatno poboljšanje mikrobioloških svojstava, ona bi prema procjeni Winogradskog (19) i nadalje ostala u grupi biološki inaktivnih tala zbog pomanjkanja azotobacteria. Ova bakterija uzima se kao indeks aktivnosti i plodnosti nekog tla. Nedostatak nitrifikacijskih bakterija također ukazuje na slabu biološku aktivnost ovih tala. Međutim, dokazana povećana sposobnost amonifikacije kao i ustanovljenje azotobacteria u seljačkoj oranici ohrabruje u tom pogledu.

Iz cjelokupnih mikrobioloških istraživanja se vidi, da su se vrištinska tla, zahvaćena intenzivnim agrotehničkim mjerama, biološki popravila i da su se u roku od 8 godina izdigla iznad nivoa seljačke oranice, koja se obrađuje seljačkom agrotehnikom oko 40 godina. Jedino u pokusima nije bio prisutan azotobacter, koji je prvi put ustanovljen 1960. godine u tlu seljačke oranice. Poboljšanje bioloških svojstava ovih tala predstavlja veliki uspjeh kod kojeg se ne smije stati, već produžiti intenzivnim agrotehničkim mjerama u cilju što bržeg pretvaranja vriština i bujadnica u kulturno poljoprivredno tlo.

ZAKLJUČAK

Mikrobiološka istraživanja pokazala su pozitivan i stimulativan utjecaj provedenih agrotehničkih mjera na mikrofloru tla i njegovu aktivnost.

SUMMARY

The microbiological investigations were been carried out on the two field plots at Oštarija, Lika. The field plots are located in the area of acid heathery soil.

In order to obtain a good agricultural soil the field plots were treated with different treatments eight years ago (calcification fertilization and manuring, addition of coloidal particles and rolling with heavy roller).

The microbiological investigations were carried out to investigate the microbiological properties of the acid heathery soil at all, and to control the change of the microbiological properties due to different treatments.

The investigations of the field plots before the treatments as the investigations of the year 1956 were printed earlier (in the 1959). In this paper were presented the changes of microbiological properties in the period of time between 1956 and 1960.

The investigations showed that the above cited treatments and the cultivation of soil had had positive influence on the microbiological properties of acid heathery soil.

Further, the investigations showed that the carried treatments during eight years improved the microbiological properties more than the primitive peasant cultivation during forty years.

L I T E R A T U R A

1. Eseltine W. P.: Occurrence of Azotobacter in certain Western South Carolina soils, Sci. 1, 1956.
2. Kaš V.: Mikrobiologičke praktikum, Prag 1932.
3. Klauss D.: Zur Kenntnis der Bodenmikroorganismen und ihrer Tätigkeit zu verschiedenen Jahren und bei verschiedener Bodenreaktion, Zeitschr. f. Pflanzener und Düngung 21, 22, 1940.
4. Krasiljnikov N. A.: Mikrobiološke osnove bakterijskih đubriva, Beograd 1948.
5. Krasiljnikov N. A.: Opređelitel lučnih gripkova, 1941.
6. Kurtagić M., Racz Z., Kolaković J., Modrić A.: Osebine vrištin-skih tala na pokusnom polju Oštarije i neki rezultati promjena osebina kod primjene različitih agrotehničkih mjera, Agrohemija 7, Beograd 1959.
7. Niethammer A.: Die mikroskopische Bodenpilze, 1933.
8. Pochon J. Tchan Y.: Précis de microbiologie du sol, Paris 1949.
9. Pochon J.: Manuel technique d'analyse microbiologique du sol, Paris 1954.
10. Rippel A.: Vorlesungen über Boden-mikrobiologie, Berlin 1933.
11. Russell J.: Soil conditions and plant growth, London 1954.
12. Tešić Z.: Osnovi poljoprivredne i šumske mikrobiologije, Beograd 1947.
13. Verona O., Florenzano G.: Le azioni microbiologiche sui terreni acidi del Centro sperimentale montano di Filippiomboli, Annali d. E. Con. Inter. Toscano p. l. Semonti, Vol. III., 1939-42., Firenze 1943.
14. Waksman S.: Der gegenwärtige Stand der Bodenmikrobiologie und ihre Anwendung auf Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenwachstum, Fortsch. der Naturwissenschaft, Forsch. N. F. H. 10, 1930.
15. Waksman S.: Methoden der mikrobiologischen Bodenforschung Handbuch der Biol. Arbeitsmeth. XI. 3. Berlin 1927.
16. Waksman S.: Soil Microbiology, New York 1952.
17. Waksman S., Starkey L. R.: Microbiological Analysis of soil as an index of soil fertility VII. carbon dioxide evolution, Soil Sci. 17, 1924.
18. Waksman S.: Principles of soil microbiology, London 1927.
19. Winogradsky S.: Microbiologie du sol, Paris 1949.