

Dr inž. Ivo Kovačević,
Institut za pedologiju i tehnologiju tla,
Poljoprivrednog fakulteta — Zagreb

ULOGA MELIORATIVNE GNOJIDBE I OBRADBE TLA U PEDOTEHNOLOGIJI VOĆNIH PLANTAŽA

UVOD

Meliorativna gnojidba i obrada tla, kao organska cjelina predstavljaju najvažnije postupke u fazi temeljenja voćne plantaže na prikladnom staništu tim više jer poznavanje njihove efektivnosti ima presudnu ulogu i u njegovom izboru. Ovi postupci su složeni upravo u našim prilikama, gdje su pod utjecajem žive ciklonalne djelatnosti na vrlo raznolikom matičnom supstratu nastala specifična ekto- i endomorfološka svojstva razvoja sistematskih jedinica tala.

Važnost meliorativne gnojidbe i obrade proističe iz činjenice, da su ove mjere važna uska karika, koja povezuje efektivnost prethodnih radova na temeljenju voćne plantaže, kao što su uređenje zemljišnog prostora uključivši izgradnju vodnih recipijenata, saobraćajnica i pratećih građevina sa bitnim faktorima optimalne i kontinuirane produktivnosti nasada, koji treba da pretežno ili potpuno amortizira ova ukupna ulaganja. Pretežna pripadnost naše zemlje evropsko-azijsko-afričkom Mediteranu, kao kolijevci kulture i civilizacije svijeta, traži od nas postizavanje stepena intenzivnosti razvoja suvremene plantažne proizvodnje susjednih zemalja i vlastiti doprinos unapređenju ovih kultura u internacionalnim razmjerama.

Zato dokumentiranje naučnih dostignuća o meliorativnoj gnojidbi i obradi tla bazira na biološkim zakonitostima razvoja različitih vrsta i sorata u međusobnoj ovisnosti o uvjetima tla i na mogućnostima njegove izmjene u takav supstrat, koji osigurava jednoličnu produktivnost na ukupnoj površini nasada.

ZAKONITOST OBLIKOVANJA KORIJEVOG SISTEMA VOĆNIH KULTURA I NJEVOVA ULOGA U PRODUKTIVNOSTI NASADA

U posljednjem deceniju skreće se određenija pažnja na proučavanje zakonitosti razvoja korijenovog sistema kao faktora dugotrajnosti i rentabilnosti korištenja izabranih staništa određenom voćnom vrstom. Zato danas postoje cijeli sistemi metoda kojima je cilj da dadu prilog egzaktnom proučavanju osebina korijenovog sistema.

A. OSEBINE RASTA KORIJEVOG SISTEMA VOĆAKA

Naša istraživanja pokazuju, da je korijenov sistem jednogodišnjih sijanaca jabuke u dužinskim odnosima 1,49—11,52 puta dulji od stabljike, odnosno u težinskim relacijama 1,40—7,14 puta teži od nadzemnih dijelova (I. Kovačević, 1955). Kod sijanaca lješnjaka utvrđeno je da je korijenova mreža dulja od stabljike za 9,0—20,3 puta. (I. Kovačević, 1955). Kod razmnažanja lješnjaka izbojima disproporcije u odnosu nadzemnih i podzemnih dijelova u praksi se katkada rješavaju tako, da se sadnja vrši na 50—60 cm dublje, tako se potiče izbijanje horizontalnog korijenja iz nadzemnih dijelova izboja. Ovo može uspjeti samo u dobro dreniranim tlima kao što su naše crvenice (sl. 1.).

Podvrgnuti zakonitostima mladenačkog stadija sijanci brzinom prirasta korijena od juna do septembra 16,5 mm/24 sata dostižu dubinu od 110 cm. Ova brzina se postepeno usporava prema zimskom mirovanju, kao što se nakon toga ubrzava do aprilskog, odnosno septembarskog pojačanja rasta. Fluktuacija rasta sijanaca tokom druge i kasnijih godina podliježe sličnim zakonitostima kao i vegetativne podloge već u prvoj vegetaciji. Ove se sastoje u smanjivanju brzine dnevnog

priraštaja, stvaranju kratkotrajnog vlaknastog korijenja i vlaknastih sisalica, koje funkcioniraju svega 80—100 dana i onda izumiru da se paralelno s time javljaju drugi izboji. Tako ore prorastu tlo u svim smjerovima u određenom razdoblju time da nikada ne koriste cjevčice preostale od izumrlih vlaknastih žilica. (G. Bosse, 1960).

Ovisno prvenstveno o fizikalnim svojstvima tla odraslo stablo trešnje dosiže površinu proširenja korijenovog sistema od 155 m², dok istodobno projekcija krošnje obuhvaća 33 m². Znači da je korijenov sistem prostorno razvijeniji za 5 puta. (G. Bargioni, 1960). Ovisno o geografskoj širini i propusnosti matičnog supstrata horizontalno korijenje jabuke obično leži u sjevernim zonama na dubini od 50 cm, a u južnim krajevima na 100—200 cm. Koristeći tragove faune vertikalno korijenje dosiže dubinu od oko 4 m u srednjim i oko 6 m u južnim zonama. (V. A. Kolesnikov, 1955). Postoje zapažanja da korijen 14-godišnjeg stabla jabuke dosiže dubinu



Sl. 1 Duboka sadnja izboja lješnjaka je moguća samo na propusnim i dubokim tlima, kao što su među ostalim istarske crvenice

od 9,14, a u kasnijem razvoju do 14 m i dublje. Ipak se smatra da se glavna masa korijena širi na dubini od 40—80 cm.

Međutim, tako dobivene predodžbe o osebinama rasta korijenovog sistema drvenastih kultura nisu potpune zato, što u njima uzimamo u obzir samo glavno i

postrano trajno korijenje. Da se dobije predodžba o odnosima između ovih kategorija i korijenja trećeg i četvrtog stepena služimo se podacima za dužinu i površinu korijena pojedine biljke ozime raži. Opća duljina njezina korijena bez vlastitih niti iznosi 623,4 cm, a površina 237,4 m². Unutar dužine na korijenje treće kategorije otpada oko 26% i četvrte oko 70%. Iako je razvoj korijenovog sistema ove jednogodišnje biljke podvrgnut mladenačkoj fazi rasta ipak je nepobitno da će proširenje zapažanja na treću i četvrtu kategoriju kod drvenastih kultura dati novi prilog poznavanju uloge podzemnih dijelova u razvoju stabla.

B. ULOGA SIMBIOTSKIH ODNOSA PODLOGE I PLEMKE U RAZVOJU KORIJENOVOG SISTEMA

Fiziološka svojstva speciosa, sorte i kompatibilnosti među simbiotima imaju utjecaj na razvoj i rasprostranjenje korijenova sistema voćke. (G. B a r g i o n i, 1960). Tako oblik uzgoja jabuke utječe na razvoj korijenovog sistema u toliko što veća krošnja stabla uvjetuje prošireno razgranjavanje korijena. Jača rezidba slabi razvoj korijenovog sistema (E. L a l a t t a, F. G o r i n i, 1960).

Nakon prvih šest godina razvoja na ilovastom tlu dubina zakorjenjavanja većine korijenove mreže M II nalazi se na oko 25 cm dubine iako pojedini lukovi korijenja dosižu do 170 cm dubine. Korijenov sistem crnog ribiza je razvijen na dubini od 12—15 cm. (F. H i l k e n b ä u m e r, 1959). Sadržaj kalcija i odnos kalij—kalcij je uvijek veći kod podloga jakog rasta, a koncentracija fosfora i dušika se odnosi suprotno.

U normalnim uvjetima rasprostranjenje korijenova sistema po horizontima je genetski uvjetovano. Tako na dubinu od 0—30 cm ima kruška 1,5% o, orah 6,2% i šljiva 9,9% od ukupnog korijenovog sistema (J. T a m a s s i, 1960). Prema tome postoje različiti zahtjevi pojedinih voćnih vrsta i podloga u dubinskom i horizontalnom razvoju korijenovog sistema. Zato zakorjenjavanje ovisi ipak prvenstveno o prilikama tla i klime a onda o genetskim osebinama. To je među ostalim razlog zašto prilikom pripremanja tla za rigolanje treba pažljivo ukloniti izumrlo korijenje prethodnog biljnog pokrova (Sl. 2).

C. KORIJENOV SISTEM KAO FAKTOR VEGETATIVNOG I GENERATIVNOG RASTA VOĆNOG STABLA

Postoji određeni ritam između rasta nadzemnih i podzemnih dijelova stabla, koji treba koristiti u poticanju optimalne produktivnosti voćne plantaže. Postizavanje ispravnog odnosa u razvoju podzemnih i nadzemnih dijelova stabla je važan faktor njegove produktivnosti (A. M o n i n, 1961).

Naša istraživanja dokazuju da korijenov sistem ima jasno izražen utjecaj na rast u dužinu i debljinu vegetativnih dijelova stabla. On utječe na razvoj cvjetova i plodova. Potreban broj cvjetova na razvoj jedinice težine plodova je među ostalim uvjetovan također korijenovim sistemom podloge. On ima jači utjecaj na razvoj vegetativnih i generativnih osebina stabla nego li plemka (I. K o v a č e v i ć, 1944).

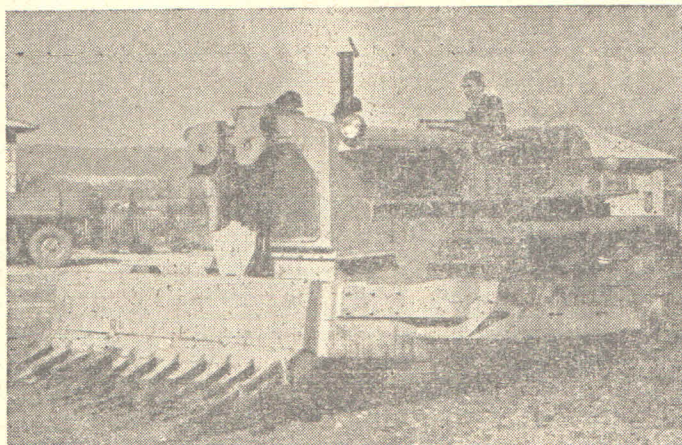
Prema tome poznavanje oblikovanja korijenovog sistema pokraj definiranja utjecaja podloge ima cilj da stvori preduvjete za potpuniju akomodaciju voćnih plantaža uvjetima tla. Rezultati prethodnog sistematskog israživanja zakorjenjavanja, intenziteta prorastanja, raspodjele korijena u profilu i dubine korijenove zone u određenoj sistematskoj jedinici tla služe kao pomoćno sredstvo na temelju kojeg se određuje opseg i kvalitet pripremljenih radova. Ova istraživanja, primijenjena u određenom nasadu, daju ocjenu rezultata pojedinih mjera na poboljšanju svojstava tla za određeni porast i produktivnost uzgajanih kombinacija sorte i podloge (J. B u t i j n, 1962). Olakšanje u tom radu osigurava primjena radioizotopa upotrebom Rb 86 ili drugih elemenata tragača (J. F. S a i z d e l R i o, C. E. F e r n a n d e r, O. B e l l a v i t a, 1961).

Zakovitost oblikovanja korijenovog sistema voćnih kultura pokazuje da postoje genetske i stadijske tendencije ovisne prvenstveno o prilikama tla sadnog mjesta. Isto tako kao što postoji pozitivna korelativna ovisnost generativnog o vegetativnom razvoju nadzemnih dijelova, također je biološki uvjetovan određen ritam rasta podzemnih i nadzemnih dijelova voćke.

OVISNOST RIZOSFERE SUVREMENE VOĆNE PLANTAŽE O SISTEMIMA MELIORATIVNE GNOJIDBE I OBRADBE TLA

Pod rizosferom se smatra prikorijenska zona tla, koja se odlikuje poboljšanim fizikalnim svojstvima, povoljnijom strukturom, jakim procesom disanja, povećanom neutralizacijom reakcije, većim sadržajem organske tvari, povišenom koncentracijom fermenata, vitamina, auksina, nekih aminokiselina i potenciranih biokemijskih procesa mikroorganizama. Količina mikroorganizama u prikorijenskoj zoni se povećava za 10—1000 puta više negoli u tlu izvan rizosfere. U prikorijenskoj zoni vinograda na južnim mediteranskim područjima ima 1700 mln bakterija/g tla, a izvan toga pojasa u istom tlu samo 3 mln/g tla. Odnos mikroorganizama između rizosfere i susjednih tala povećava se dubinom. U rasponu između 25 na 90 cm dubine povećava se odnos za oko 317% u korist nižih horizonata. U dubljim horizontima mikrobi se obično razvijaju pojedinačno. Pod utjecajem korijenovog sistema na dubini od 2—3 m oni se pojavljuju u izobilju (N. O. Krasilnikov, 1958).

S toga stanovišta rizosferom suvremene voćne plantaže smatramo prikorijenski sloj tla za sve četiri kategorije rasta korijenove mreže bez obzira da li one momentano funkcioniraju ili su izumrle. Problem umornosti tla je usko vezan sa stvaranjem toksičkih spojeva suprotnih razvoju korijena stanovitih kultura. Svi ovi momenti pridonose predodžbi o plodnosti tla, kao rezultatu bioloških procesa i mineralnog sastava, koji zajedno daju određena biokemijska i fizikalna obilježja potrebna za razvoj rizosfere viših biljaka.



Sl. 2 Traktor puzavac sa češljastim raonikom (treedozer) za čišćenje od panjeva i preostalog korijenja prilikom pripreme tla za duboku obradu prije sadnje

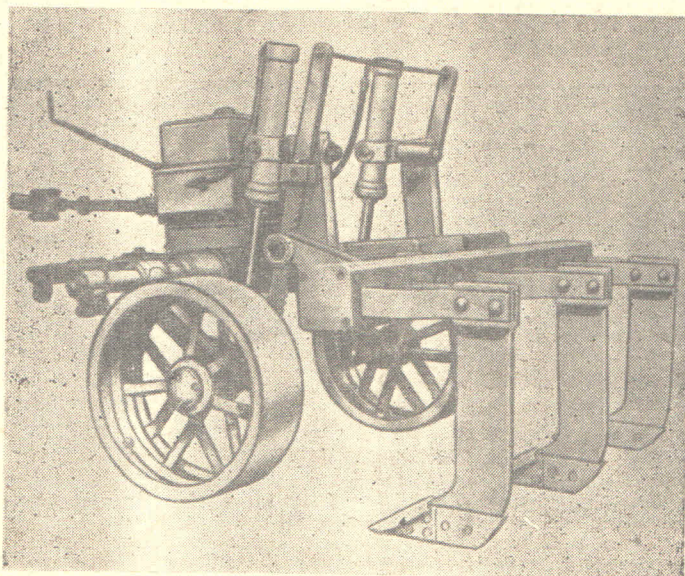
A. — KRITIČKI OSVRT NA DANAŠNJE SISTEME MELIORATIVNE GNOJIDBE I OBRADBE TLA ZA VOĆNU PLANTAŽU

Donedavna općenito proširen, a i danas u širokoj praksi primjenjivan način sadnje ekstenzivnog voćnjaka u voćne jame dolazi u sukob s novim shvaćanjima koja su bez vlastitog dokaznog materijala prenesena iz inostranstva. Isto se to događa i sa dosadašnjim uputama za gnojidbu voćnjaka. Za razliku od njih današnje preporuke smatraju potrebnim da se poroznom dubokom tlu neutralne ili slabo alkalične reakcije treba dodati 1,5—2, odnosno 4—5 t/ha Tomasove drozge, 0,4—0,5, odnosno 2—3 t/ha kalijeva gnojiva uz 40—50 t/ha stajskog gnojiva (T. Baldassari, 1959). Ovisno o reakciji tla preporuča se dodavanje 1—1,5 odnosno 20—30 t/ha mljevenog krečnjaka na lakim, odnosno 0,8 t/ha i više živog kreča na teškim tlima. Prije preporučani postupci prepuštali su voćki da se sama bori s fizikalnim, kemijskim i biološkim prirodnim osebinama tla. Istodobno, današnje mjere remete

prirodnu ravnotežu i ostavljaju korijenov sistem sadnice da se probije u novonastaloj još neustaljenoj disharmoniji fizikalnih, kemijskih i bioloških procesa u tlu. Ove suptnosti potencira dodavanje samo mineralnih bezorganskih gnojiva. Njihov utjecaj udružen s ulogom rigolanja, kemijskih sredstava za suzbijanje bolesti i štetnika, herbicida za suzbijanje korova uz održavanje otvorenog tla u voćnoj plantaži zajedno negativno djeluju na floru i faunu tla i razvoj korijenovog sistema viših biljaka.

Radi takvog stanja došlo je do problema i do tendencije traženja trećeg izlaza koji daje potpunije rezultate od današnjih sistema meliorativne gnojidbe i obrade tla.

U tu svrhu u posljednje doba nakon ispitivanja konkretnih prilika u tlu prije i poslije operacije dolazi se do pozitivnih ocjena uloge podrivača. (Sl. 3). On lomi tvrdi nepropusni sloj tla, koji je razvijen u većini tala. Bilo da se posebno primjenjuje ili da se priključuje plužnom tijelu za oranje na 25—35 cm podrivač može da prodire 66—100 cm duboko ne izdižući zdravicu na površinu. Posebnu pažnju zaslužuje gnojidbeni podrivač (Deep feeder), kojim se paralelno s radom podrivača mogu u određene horizonte dodavati stanovite količine mineralnih hraniva ili njihovih smjesa. (Sl. 4).



Sl. 3 Priključno tijelo podrivača lakšeg tipa sa tri zuba i zahvatom do 66 cm dubine

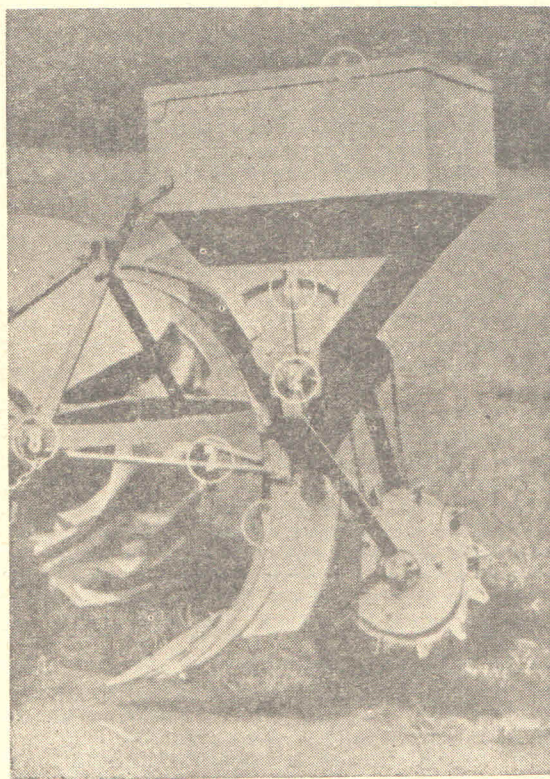
Ako se tome dodaju rasipači stajskog gnoja, komposta i torfa, zatim rasipači mineralnog gnoja i mašine kojima se rastopljeno umjetno gnojivo i bakterijalna cjepiva mogu jeftino i uspješno dodavati i u dublje horizonte, vidi se da postoji tendencija izrade raznovrsnih pomagala, koja najbolje odgovaraju pojedinim stanišnim uvjetima i zahtjevima voćne kulture.

B. — ULOGA STANIŠNIH ČINIOCA U IZBORU METODE MELIORATIVNE GNOJIDBE I OBRADJE TLA

Geomorfološka situacija, kao stanišni faktor, dolazi u obzir kod izbora metoda meliorativne gnojidbe i obrade tla utoliko, što se za proizvodnju uzimaju samo oni tereni koji se određenim mjerama uređenja zemljišnog prostora dadu ekonomično privesti racionalnoj kulturi. Na drugom mjestu fizikalne osebine tala imaju važnu ulogu u izboru sistema za temeljenje voćne plantaže. Najprikladnija su ona tla, koja imaju ispravan odnos mehaničkih čestica, povoljan apsolutni kapacitet za zrak

i vodu. Vočke slabo uspijevaju u tlima koja imaju volumnu specifičnu težinu veću od 1,6 u nižim horizontima do dubine od 1,5—2 m. Korijenje većine voćaka raste u sredini sa 0,5 % kisika za ograničeno vrijeme. Porastom temperature povećava se kritična tačka. U vlažnom tlu sadržaj zraka od 3% uvjetuje održavanje i 5—10% razvijanje korijenja jabuke. Nedostatak aeracije uslijed priliva gornje ili podzemne vode uzrokuje naglo ugibanje korijena.

Prikladna tla za voćne kulture nakon 2—3 dana poslije oborina ne smiju zadržati malo ili ništa slobodne vode na 70—90 cm ispod površine. Dubina podzemne vode i postojanost njezina nivoa je vrlo kritična u doba cvatnje i dozrijevanja plodova. Voćna stabla traže veću vlažnost čim se nalaze potpunije u fazi plodonošenja i čim daju veće količine prinosa.



Sl. 4 Gnojidbeni podrivač (Deep feeder) za ubacivanje mineralnih hraniva u određene horizonte

Stabla sa dubokim i razgranatim korijenovim sistemom najbolje koriste rezerve hraniva i vlažnost tla. Zato ona imaju najveću i najpostojaniju produktivnost. Za razliku od fizikalnih osobina biljnohranidbena svojstva tla se relativno lakše mijenjaju dodavanjem određenih mineralnih i organskih gnojiva, ali se pri izvršavanju ove mjere treba imati stalno u vidu njezina uloga u razvoju biološke komponente tla.

Organske tvari humusa predstavljaju najvažniji elemenat plodnosti tla, njegovih fizikalnih, kemijskih i bioloških osobina. One sudjeluju u opskrbi voćaka dušikom kao najvažnijim hranivim elementom. Utvrđivanje odnosa C/N upućuje na najpovoljnije oblike humusa (A. P o u w e r). Istraživanja pokazuju da se u tom pogledu u našim prilikama pozitivno ističu posmeđeni černozem, gajnjača, rendzina i

reliktna lesivirana crvenica. Suprotno ovim tlima podzoli i smeđa tla imaju najnepovoljnije odnose C/N. Između ova dva ekstrema smonica, plitko smeđe na dolomitu, crvenica i katkada kiselosmeđe tlo s odnosom C/N do 15 mogu biti ocijenjena kao dosta povoljna (A. Škorić, Z. Racz, 1962).

Obzirom na opskrbljenost fiziološki aktivnim kalijem i fosforom, primjenjujući pri tome poznate smjernice za klasifikaciju tala za voćnjake na osnovu rezultata istraživanja po Egner Riehmovoj metodi, došlo se do vrlo nepovoljnih rezultata za naša tla. Umjerena opskrbljenost kalijem je utvrđena kod antropogeniziranih tala u 29%, kod mineralno-karbonatnih u 19%, kod crvenica u 14% i rendzina u 12% ispitivanih profila. Svi ostali tipovi tala imaju daleko nepovoljnije odnose u tom pogledu. Uzevši kao cjelinu samo u 5% od ispitivanih profila došlo se do rezultata o umjerenj opskrbljenosti kalijem. Daleko nepovoljniji rezultati postoje obzirom na sadržaj biljci pristupačnog fosfora. Među umjereno opskrbljena tla se ubrajaju antropogena u 29%, rendzine u 6% i podzoli u 1% ispitivanih profila. U odnosu na ukupan broj istraženih profila tla, umjerena opskrbljenost fosforom je utvrđena samo u 3% slučajeva (V. Primorac, 1959).

Podaci pokazuju, da postoje razlike u opskrbljenosti tala povoljnim oblicima humusa, kalija i fosfora. U svrhu pripreme tala za podizanje voćnih plantaža potrebno je s malim iznimkama dodavanje velikih količina gnojiva da se poveća plodnost i proizvodna sposobnost pojedinih sistematskih jedinica tala.

C. — OVISNOST RIZOSFERE RAZLIČITIH VOĆNIH VRSTA O MELIORATIVNOJ GNOJIDBI I OBRADI TLA

Ukoliko je tlo oko voćke nehomogeno obzirom na sadržaj hraniva, korijenje se usmjeruje na one dijelove koji su bolje opskrbljeni. Tu se razvija vrlo isprepletana mreža trajnog, povremenog i ostalih kategorija korijena. To jasno pokazuje površinska tendencija rasta korijenja osobito onih vrsta, čije se podloge i sorte razmnažaju vegetativno.

U tom pogledu ima ulogu obrada i gnojidba tla pojedinih horizonata profila. Najjače prorastanje korijenja jabuke na sijancu eluviranog humusnog horizonta tamnosivog opodzoljenog tla je uvjetovala gnojidba kalijem, a u iluvijalnim horizontima opskrba dušikom i fosforom.

Metodom izolirane gnojidbe korijena pojedinim vrstama gnojiva u uslovima černozema najjači utjecaj na rast korijenova sistema jabuke je izvršio dušik, a zatim kalij. Izdvojeno djelovanje fosfornih gnojiva bez učešća ostalih hraniva dalo je slabe rezultate. Obzirom na metode i vrijeme dodavanja gnojiva najbolji rezultati se postižu gnojidbom fosforom u doba početka izrastanja korijenja kao i kombiniranim fosfornim i kalijevim gnojivima, a na kraju vegetacije punom mineralnom gnojidbom (S. S. Rubin, 1958).

Stabla limuna na natapanim površinama u češćem razmaku dala su manju dubinu korijenja od onih na rjeđe natapanim površinama. Ova razlika u prorastanju korijenovom mrežom bila je najvidljivija u dubini od 30 do 90 cm profila tla (G. H. Cahoon, M. R. Huberty, M. J. Garber, 1961).

Prema tome, unašanjem mineralnih i organskih gnojiva u određene horizonte profila tla omogućuje se njihovo veće ili manje proraštanje korijenovom mrežom. Istraživanja pokazuju da dodavanje tekućeg gnojiva u zdravicu s razvodnjenim korijenovim bakterijama uvjetuje produbljenje rizosfere i povećanje prinosa voća (E. Emrich, 1950). Ova razmatranja pokazuju, da rizosfera različitih voćnih vrsta ovisi o meliorativnoj gnojidbi i obradi tla u dalekosežnoj mjeri.

PEDOTEHNOLOGIJA VOĆNIH KULTURA I NJEZINA ULOGA U PROUČAVANJU METODA STIMULIRANJA RAZVOJA KORIJENOVOG SISTEMA SUVREMENIH VOĆNIH PLANTAŽA

Pedotehnologija voćnih kultura polazi od poznavanja pedoloških uvjeta i metoda njihove izmjene u prikladan supstrat za razvoj rizosfere voćnog stabla. Izmjena tala nastaje usklađivanjem njihove morfologije (uređenje zemljišnog prostora) i njihovog supstrata (fizičke, kemijske i biološke osebine), prema zahtjevima pojedine ili grupe biljnih kultura. Tako je pedotehnologija voćnih kultura sastavni dio nauke o tlu i njena spona sa specijalnim granama ove proizvodnje. Polazimo sa sta-

novišta da pojedine voćne vrste mogu davati prinose po nekoliko godina, decenija pa i stoljeća a jedne i sa druge strane da pojedinačno tretiranje pojedinih mjera kao što su uređenje zemljišnog prostora, mehanička obrada tla i gnojdba imaju vrlo usko isprepletano djelovanje. Zato tretiranje ovih tehnoloških metoda prema reagiranju određenih kultura može dati stabilan i siguran prilog u postizavanju njihove produktivnosti. Upravo danas kada se podižu plantažni nasadi u različitim područjima naše zemlje ima proučavanje ovih pitanja važnu privrednu ulogu i postoji mogućnost da dá značajan prilog razvoju naše naučne misli. Rezultati ovog rada trebaju dati smjernice za podizanje plantažnih nasada, egzaktno definiraju uvjete za određivanje biološkog radiusa uspijevanja voćnih vrsta i sorata, kao i bazu za uzgoj i selekciju produktivnijih varijeteta drvenastih kultura i da potaknu proizvodnju širokog asortimenta organ-mineralnih i drugih gnojiva, oruđa za obradu i gnojdbu tala u voćnim plantažama.

A. — SPECIFIČNOSTI ODNOSA RAZLIČITIH VOĆNIH VRSTA PREMA PEDOLOŠKIM OSEBINAMA STANIŠTA

Proučavanje specifičnosti odnosa različitih voćnih vrsta prema pedološkim prilikama naših staništa ima dalekosežno značenje. Ono omogućuje izbor tala, koja uz najmanje ulaganje daju najpovoljnije mogućnosti za određenu produktivnost plantažnih nasada. Istodobno se na njihovim rezultatima zasniva izbor najprikladnijih metoda za reguliranje odnosa između tla i nasada. Današnje predodžbe kod nas u tom pogledu su suviše uopćene. One daju opisne proporcije bez analitičkih podataka i njihove interpretacije. Tako je poznato npr. da su za plantažu šljiva najbolja pjeskovito-glinasta, lagana i propusna tla. Naša istraživanja daju uvid u pedološke prilike vrištinsko-bujadičnog podzolastog tla uravnjenih zaravni, umjereno dobro dreniranog na objektu Begovića voćar kod Vrginmosta, u sjeverozapadnom području glavnog šljivarskog rajona FNRJ.

Mehanički sastav i fizikalna svojstva

Dubina uzorka u cm	Procentualni sadržaj čestica u mm po Kopeckom					Specif. težina		Volumen pora u %	Apsolut. kapac. u % za vodu	Stabilnost makroagregata zrak		
	0,01	0,05	0,01	2,0	0,002	prava vol.	prava vol.					
0—22	50,08	41,40	3,12	5,40	14,80	2,69	1,12	56,17	47,72	8,45	dosta	stab.
22—38	49,28	40,64	6,84	3,24	21,45	2,75	1,29	53,10	44,45	8,65	malo	stab.
38—60	42,28	44,12	3,40	10,20	17,70	2,79	1,47	45,31	38,92	6,39	malo	stab.
60—120	44,56	40,52	10,52	4,40	15,40	2,80	1,61	42,49	38,86	3,63		

Kemijski sastav i svojstva tla

Uzorak tla iz dubina u cm	Hp u n-KCl	H ₂ O	Deficit vapna mtc/ha	Sadržaj humusa %	U 100 g tla fiziološki aktivno mg	
					K ₂ O	P ₂ O ₅
0—22	3,72	4,75	222,20	3,26	14,0	0,2
22—38	3,93	4,98	139,90	1,31	3,0	0
38—60	4,00	5,08	119,00	0,50	2,5	0
60—120	4,22	5,40	—	—	—	—

Po mehaničkom sastavu ovo tlo je ilovasto-glinasto u gornjem i glinasto-ilovasto u nižim horizontima. Prema sadržaju sirove gline ono je umjereno koloidno izuzevši mineralno-deluvijalni pothorizont gdje je jako koloidno. Koliko može da utječe na razvoj rizosfere maline samo ova pojava pokazuje malinjak u Čemernici kod Vrginmosta (sl. 5). Na uravnjenom platou zastoj rasta nadzemnih dijelova i pojavu gljivičnih oboljenja na ovoj kulturi riješila je odvodnja gornjih voda i obrada tla.

Smanjivanje humusnih tvari uz povećanje željeznih i glinenih čestica u donjim horizontima uvjetuje povećanje volumne specifične težine. Granična vrijednost volumena pora za uspijevanje poljoprivrednih kultura dolazi već u dubini od 60 cm gdje je tlo malo porozno. Niže od te dubine u iluvijalnom horizontu apsolutni kapacitet za zrak je niži od fiziološki aktivnog minimuma. Očito je, da su ovdje pr-

venstveno fizikalna svojstva tla uvjetovala pretežnu dubinu rizosfere do 60 cm. Ako se tome doda horizontalna tendenca rasta korijenovog sistema izdanka, dobiva se potpuna predodžba u tom pogledu. Međutim, zato upravo izbor tla koji stimulira dubinski razvoj korijena kao što su to među ostalim rendzinasta glinasto-pjeskovita ilovasta, dosta humozna tla, dobro ocjedita i duboka u Zrinu kod Dvora na Uni predstavlja važan elemenat visoke produktivnosti i prosperiteta ove kulture.

Iako po proizvodnim kapacitetima manje poznato, ali po lokaciji i kvalitetu proizvoda vrlo interesantno područje za kajsiju u okolici Senja pokazuje ove osobine tla.

Kemijski sastav prosječnog uzorka u kajsijiku na plitkoj brauniziranoj skeletoidnoj crvenici kod Senja

Lokalitet	Uzorak tla iz dubine u cm	pH		Ukupni dušik u %	U 100 g tla fiziol. akt. mg		U 10 % HCl		
		n	KCl H ₂ O		K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$
Novak	0—30	7,04	7,61		27,3	26,0			
	30—60	6,96	7,49		12,7	13,0			
Vučić	0—30	6,83	7,35	0,18	5,0	4,6	0,02	0,16	6,85
	30—60	6,89	7,40	0,08	4,5	1,8	0,05	0,10	8,70

Ova tla su u svim horizontima neutralna. Ona su umjereno pa i dobro opskrbljena dušikom. Istodobno su slabo do dobro umjereno opskrbljena kalijem i fosforom. Slične rezultate daju analize rezervnih hraniva. Odnos između fosforne kiseline prema sumi aluminijevog i željeznog oksida je povoljan do malo povoljan. Daljnja istraživanja fizikalnih kemijskih i bioloških osobina naših najpoznatijih proizvodnih područja kajsija kao i ostalih voćnih vrsta trebaju dati prilog proširenju i intenziviranju proizvodnje ovih traženih voćnih vrsta.

B. — METODE PEDOTEHNOLOŠKIH PROUČAVANJA I IZMJENA TALA U PRIKLADNE SUPSTRATE ZA RAST VOĆNIH KULTURA

Na osnovu, pedološkim metodama utvrđene sistematske jedinice tla, postavljanje programa za njegovo prilagođavanje određenoj voćnoj kulturi je vrlo složeno i odgovoran posao. U svrhu detaljnog poznavanja osobina tla treba ispitati toliko profila da se dobije što potpunija predodžba o fizikalnim, kemijskim i biološkim osobinama. Pri tom je važno razvijanje metodike, koja daje određenu predodžbu o aktiviranju i načinima korištenja rezervnih hraniva u tlu. Dobivene podatke treba obraditi varijaciono- statističkim metodama da se dobije predodžba o dimenzionalnosti, međusobnoj ovisnosti pojedinih osobina i o njihovoj varijabilnosti na ukupnoj površini nove plantaže. Na tako dobivenoj pedološkoj podlozi treba postaviti plan sadnje da se unaprijed zna pojedinačno tretiranje pojedinih dijelova nasada, stabla ili eventualno individualne gnojidbe pojedinih stabala. Stvaranje ovakvih podloga predstavlja uvod u analizu dinamike kvantitativnih i kvalitativnih odnosa biljno-hranidbenog bilansa kao faktora u intenziviranju i stabilnosti generativne faze dugogodišnjih drvenastih voćnih kultura.

Istraživanje tla treba dati određene smjernice za primjenu pedotehnoloških metoda. Važno je da se preporuča metoda obrade tla bilo rigolanjem na određenu dubinu, oranjem na određenu dubinu s podrivanjem ili samo podrivanjem uz kopanje voćnih rovova ili jama za sjetvu sjemena na mjestu ili sadnju sadnica određene dobi starosti. Prema utjecaju na visinu razvoja glavne mase korijenove mreže na dubinu okomitog korijenja rigolanje ima prednost pred podrivanjem u pripremi određenog tla za voćne kulture (V. A. Kolesnikov, 1960). Međutim podrivanje pokazuje određene prednosti u suhom tlu i to osobito onda, kada se paralelno unosi u tlo određena količina gnojiva (L. Avramov, R. Dimitrijević, R. Lovrić, 1962). Podrivanje ima osnovnu važnost u stvaranju veće dubine fiziološki aktivnog profila rizosfere prije sadnje. Sistematski istraživački rad treba da potvrdi i aplicira ova iskustva u našim voćnim plantažama.

Stalno treba imati u vidu ulogu meliorativne gnojidbe i obrade tla na biološku komponentu plodnosti. Kod oranja s odgrnjačom organske tvari u oranici odnosno eluvijalnom horizontu bolje se navlaže i uslijed toga pokazuju jaču mikrobiološku aktivnost i nakupljanje biljnih hraniva. Kod rahljenja bez obrta je gornji horizont bogatiji korijenom i ostacima od biljnog pokrova, ali uslijed isušivanja ne izaziva aktivnu mikrobiološku djelatnost i time smanjuje količinu dostupnih oblika biljnih hraniva. (N. A. Dimitrova, 1961). Osim toga, važno je određivanje na koju dubinu treba dodavati mineralna i organska gnojiva u jed-



Sl. 5 Na uravnom platou vrištinsko-bujadičnih podzolastih tala pod malinjakom u Čemernici kod Vrginmosta došlo je do zastoja rasta nadzemnih dijelova i do pojave gljivičnih oboljenja uslijed slabe propusnosti podoraničnog horizonta

nom ili više slojeva (A. E. Osin, 1961). Zatim treba odrediti strukturu tla i uslove njezinog formiranja. U tom pogledu je osobito važna uloga faune i poticanje njezinog pozitivnog učesća (P. A. Veršin, 1958). Održavanje vlage tla iznad 25 do 35% kapilarnog kapaciteta u doba ljeta omogućuje kontinuiranu djelatnost faune specifične za određene sistematske jedinice (A. Zicsi, 1959). Nepovoljni uvjeti za život faune dovode nužno do smanjenja plodnosti tla. (Ž. Kovačević, 1960).

Preporuka plodoreda usjeva za zelenu gnojidbu ima važnu ulogu u obogaćivanju tala potrebnim količinama organske tvari. Ako se uzme u obzir npr., da korijenov sistem crvene djeteline prodire u tlo 100 do 200 i esparzete preko 200 cm dubine, vidi se da one unose hraniva u tlo u one horizonte gdje su najpotrebniji. Tlo

na kome se uzgaja usjev za zelenu gnojidbu dobiva bolju strukturu, lakše se obrađuje i otpornije je na sušu (B. D. Todorović, 1955).

Naša istraživanja zajedno sa inž. Zdravkom Knezom daju prilog poznavanju utjecaja biljnog pokrova na ukupan broj mikroorganizama u tlu.

Ispitivan je utjecaj biljnog pokrova na ukupan broj mikroorganizama različitih horizonata profila smeđe karbonatnog rendzinastog tla u okolini Motovuna u Istri. Maksimalan broj mikroorganizama u površinskom sloju utvrđen je u tlu pod kulturom starog ljesika. On je za 1,1% veći od tla pod lucernom. U A₂B podhorizontu maksimum se nalazi pod novim, a neposredno zatim pod starim ljesikom. U B₁ horizontu maksimum pod lucernom slijedi stari ljesik. U svim slučajevima minimum je bio pod vinogradom. Broj mikroorganizama dubinom opada najpostepenije pod novim ljesikom. Uzročnost ove pojave treba da objasne slijedeća istraživanja. Nije isključena mogućnost da lješnjak ima sposobnost asimilacije slobodnog dušika iz atmosfere, na što već naslućuje Chandler (I. Kovačević, 1955).

Ukupan broj mikroorganizama

Biljni pokrov	Utorak tla iz dubina u cm	%/o momentane vlage	Apsolutni ukupan br. mikroorganiz.	Relativni broj u odnosu na maksimum		
				u sva 4 profila	odnos. horizon.	unutar profila
Novi ljesik	5—17	17,37	165.105	87,8	87,8	100
	55—67	15,42	70.105	37,2	100	42,4
	95—107	18,07	36.105	19,2	80	21,8
Stari ljesik	5—17	18,27	188.105	100	100	100
	60—72	20,65	52.105	27,7	74,3	27,7
	90—102	23,62	40.105	21,3	88,9	21,3
Vinograd	5—17	20,52	164.105	87,2	87,2	100
	47—59	16,27	36.105	19,2	51,4	21,9
	80—92	18,47	22.105	11,7	48,9	13,4
Lucerna	3—15	17,07	186.105	98,9	98,9	100
	55—67	11,95	50.105	26,6	71,4	26,9
	95—107	12,12	45.105	23,9	100	24,2

U povećanju plodnosti tla posebnu ulogu igra primjena bakterijskih gnojiva. Tu se misli na silikatne bakterije, koje razgrađuju aminosilikate i oslobađaju kalij inače do tada nepristupačan za biljku kao i na ulogu nitrifikacijskih bakterija u razgradnji magnatskih podloga tala i oslobađanju dušika (M. Prša, 1961). Ove novije spoznaje za sada samo obrazlažu poznata iskustva da su na primjer pribrežni položaji slavonskog gorja Papuka, Psunja i Požeške gore poznati u širokoj praksi, kao područja gdje vočke dobro uspijevaju (sl. 6). Zato istraživačkim radom treba potvrditi ove pretpostavke i naći za njih metode primjene.

Ove, kao i druge pedotehnoške metode, imaju cilj da potaknu stvaranje organomineralnih koloida u tlu i time stimuliraju razvoj korijenovog sistema plantažnih nasada. U suprotnom slučaju poteškoće dobivanja hrane korijenje biljaka iz tvrde faze tla povećavaju se utoliko, ukoliko glavna masa hranivih tvari ulazi u biljno kruženje među biljkama i tlom u ograničenom roku vegetacionog perioda za mnoge kulture u prvih 5—6 dekada (A. F. Tjullin, 1958). Takvo normaliziranje ishrane kultura potiče razvoj vegetativnih i generativnih organa, kao elementa produktivnosti dugogodišnjih otpornih plantažnih nasada.

C. — PEDOTEHNOLOŠKI ELEMENTI RAZVOJA RAZLIČITIH FAZA VOĆNE PLANTAŽE I NJEZINE PRODUKTIVNOSTI

Uloga meliorativne gnojidbe i obrade tla, kao dio temeljenja voćne plantaže dolazi do izražaja u podizanju i eksploataciji nasada. Kao što je zadatak temelja da prenese opterećenje građevine na površinu zemljišta stanovite dubine i da joj da potrebnu stabilnost i sigurnost, isto tako je rizosfera dio tla koji osigurava porast,

trajnost i produktivnost određenog oblika uzgoja voćke. Temeljenje kao izdvojena faza treba da omogući razvoj rizosfere koja garantira optimalnu rodnost nasada.

Stanje plodnosti tla prije početka radova određuje dužinu trajanja temeljenja voćne plantaže. Na siromašnim tlima ova faza traje sve dotle dok se ne postigne određeni stepen obogaćivanja mineralnim i organskim hranivima. Dodavanje potrebnih količina mineralnih i organskih hraniva prilikom uzastopne sjetve usjeva za zelenu gnojidbu treba da omogući postizavanje toga cilja. Takvim postupkom se mijenjaju fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla. Nakon prethodnog rigolanja sa dodavanjem potrebnih količina hraniva za uzastopni usjev za zelenu gnojidbu može se prema potrebi prije sadnje tlo prorahliti oranjem na 25—30 cm uz podirvanje ostalih 40 cm, te onda prijeći na sadnju nasada.



Sl. 6. Rodni nasadi jabuka u kotlini Slavonske Požege na južnim obroncima Krndije

Već u doba temeljenja plantaže treba razraditi sisteme njege tla u fazi podizanja i eksploatacije nasada. Ovisno o oborinskim uvjetima i o sastavu tla zastiranje pod voćnim stablima bilo donešenom ili proizvedenom organskom masom ima velike prednosti. Tako u plantaži maraske Biljane u Ravnim Kotarima, koja je podignuta u relativno teškim uvjetima, zastiranje tla rastresitim slojem organske mase može da poboljša uvjete rasta ove kulture. U nasadima, koji su postigli pun razvoj vegetativnih podzemnih i nadzemnih organa ovisno o oborinskim uvjetima tratina, daje dobre rezultate (W. K l o s s o v s k i i suradnici, 1961).

Složenost odnosa tla i voćke optimalne produktivnosti zahtijeva poznavanje i pravodobnu primjenu stanovitih sredstava i vrsta iskustava. Sredstva i vrste iskustava dosada poznata u nauci internacionalnih razmjera treba upoznati, istraživačkim radom dokazati njihovu primjenljivost u našim prilikama, vlastitim koncepcijama dati prilog produbljivanju teoretskih osnova i njihove praktične efektivnosti. Tako se stvara podloga za optimalnu rodnost plantažnih nasada, kao ocjenu rada proizvođača i egzaktnosti postavljenog procesa ove proizvodnje.

ZAKLJUČAK

Izlaganja daju uvid u zakonitost oblikovanja korijenovog sistema voćnih kultura kao pretpostavku u oblikovanju pravilnog sadržaja meliorativne gnojidbe i obrade tla prilikom sadnje nasada.

Dat je kritički osvrt na sisteme meliorativne gnojidbe i obrade tla prilikom podizanja plantažnih nasada kod nas. Predloženo je da se potpunije prouče načini obrade tla rigolanjem i sistemima podrivanja ovisno o sistematskim jedinicama tla, matičnom supstratu i o vrstama kultura koje se podižu. Metode meliorativne gnojidbe treba prije svega uskladiti sa biologijom tla i njegovom ulogom u održavanju i povećavanju plodnosti. Ovaj složen zahvat može biti rezultat rada istraživačke službe plantažera, kemijske, mašinske i drugih vrsta industrije.

Težnja za razvojem intenzivne proizvodnje voća suglasno s takvim načinima rada u susjednim zemljama evropsko-azijsko-afričkog Mediterana, raznolike pedološke prilike i višestrukost vrsta i sorata dugogodišnjih voćnih kultura koje bi se mogle plantažno uzgajati u ovim prilikama, dovodi do prijedloga da se oblikuje pedotehnologija voćnih kultura kao izdvojena disciplina. Ona treba da prouči sklop ovih pitanja promatran sa stanovišta stepena produktivnosti određenih plantažnih nasada. Ovo se opravdava visinom ulaganih sredstava u ove nasade, problemima koje ističe naša praksa uslijed nedovoljno riješenih relacija i dugotrajnošću proizvodnog ciklusa drvenastih kultura. Pronalaženje egzaktnih osnova za intenziviranje i stabilizaciju ove proizvodnje ima veliko privredno značenje. Ono treba da predstavlja naš doprinos poznavanju procesa proizvodnje dugogodišnjih voćnih plantaža s osobitim osvrtom na ulogu nauke o tlu u tom pogledu.

THE ROLE OF MELIORATIVE FERTILIZATION AND SOIL CULTIVATION IN THE SOIL-TECHNOLOGY OF COMMERCIAL ORCHARDS

Dr Ivo Kovačević

Institute for soil science and soil-technology,
Faculty of agriculture — Zagreb

SUMMARY

The study throws the light on the regularity of the root-system formation, as a base in the determination of the correct composition of the meliorative fertilization and the soil cultivation during the planting of the orchard.

The systems of meliorative fertilization and soil cultivation, used in the planting of commercial orchards in our country are critically reviewed. The proposal is made to study more thoroughly the systems of soil cultivation by deep plowing and by ripping, with respect to systematic soil units, kinds of subsoil and the sort of fruit that will be grown. The methods of meliorative fertilization must be primarily adapted to the biology of the soil and its importance in the maintenance and improvement of fertility. This very complex action can produce good results as a joint effort of the research, large fruit — growers, chemical, mechanical — and other industries.

The tendency in developing intensive fruit production, accordingly to similar methods of production in neighbouring countries of the European, Asian and African Mediterranean, different soil conditions, diversity of fruit varieties, that could be grown in the commercial orchards in such conditions — all that leads to a proposal, to create soil — technology of fruits as a special scientific discipline. It has to study the complexity of these problems from the point of view of degree of productivity of certain fruit — plantations. This is justified by the amount of capital investment, the problem stressed by producers, due to the unsatisfactorily solved relations as well as to the production cycle of long duration for the fruit trees. The determination of the exact base for intensification and stabilization of this production is of a great economic importance. This knowledge has to represent our contribution to the understanding of the production of fruit plantations of long duration, with a special respect to the role of the soil science.

LITERATURA

1. Avramov L., R. Dimitrijević i R. Lović: Prilog proučavanju podrivanja kao agromjere u vinogradarstvu. Arh. za polj. nauke XV. S 47. Beograd 1962.
2. Baldassari, T.: Impianto del frutteto industriale. Fruticolt 21. Bologna 1959.

3. Bargioni, G. : Contributo allo studio del sistema radicale del ciliegio nel Veroneze. Rim Ortoflorofruttic. It. 43
4. Bargioni, G. : Il sistema radicale degli alberi da frutto in rapporto alla tecnica colturale. Frutticolt 22,4, Bologna 1960.
5. Bosse, G. : Die Wurzelentwicklung von Apfelklonen und Apfelsämlingen während der ersten drei Standjahre. Der Erwerb. Obst. 2, 2, Berlin 1960.
6. Butijin, J. : De betekenis van bewertelingsopnamen in de fruитеelt. Meded. Dor. Tuinb. 21.
7. Cahoon, G. H., M. R. Huberty a. M. Y. Garber : Irrigation Frequency Effect on Citrus Root Distribution and Density. Proc. of Am. Soc. for Hort. Scien. V. 77. Beltsville. Maryland. 1961.
8. Dimitrova, N. A. : Vlijanije razliĉnih vidov obrabotki počvi na razvitije v njej mikrobioloĝičeskoj dejateljnosti. Dokladi TSHA V. 60. Moskva 1961.
9. Emrich, E. : Flüssige Untergrund düngung. Der Obst. 69, 12, 1950.
10. Geiler, H. : Allgemeine Zoologie. Leipzig 1960.
11. Hilkenbäumer, F. : Spross- und Wurzelkronenentwicklung verschiedener Obstarten während der ersten sechs Standjahre auf Lehmboden. Der Erw. Obst. 1,7, Berlin 1959.
12. Kolesnikov, V. A. : Knowledge and control of the plant's root and top systems ensure high yields of apple trees. 14- Inter. Horticul. Congr. Wageningen 1955.
13. Kolesnikov, V. A. : O glubine obrabotki počvy v sadah. Sadov. 98 2. 1960.
14. Kovaĉević, I. : Die Abhängigkeit der generativen von der vegetativen Entwicklung des Apfels im bezug auf den Sorten-, Unterlagen- und Standortreinfluss Halle/S. 1944.
15. Kovaĉević, I. : Znaĉaj šumske divljake jabuke i kruške za naše voćarstvo. Beograd. 1955.
16. Kovaĉević, I. : Uzgoj i selekcija lješnjaka. Zagreb. 1955.
17. Kovaĉević, Ž. : Problematika zemljišnih štetnika u istočnoj Slavoniji, Savr. polj. Novi Sad. 1960.
18. Krasilnikov, N. A. : Mikroorganizmi počvi i višije rastenija. Moskva. 1958.
19. Lalatta, E., F. Gorini : Ricerche sull apparato radicale di meli adulti. Ann. Sperim. Agrar. 14.
20. Monin, A. : Unterlageneinfluss auf Fruchtfarbe und Rauhschaligkeit. Der Erw. Obst. 3. 11. Berlin 1961.
21. Osin, A. E. : Roli raznoglubinogo razmeštenija organiĉeskikh udobreniji v povišeni urožaja ozimoj rži i vikoovsanog smesi na pešĉanih počvah neĉernozemnoj polosi. Doklad. TSHA. V 6. Moskva 1961.
22. Pouwer, A. : De stickstoffbemesting in grasboom garden. Med. Dir. Tuinb. 23.
23. Primorac, V. : Opskrbljenost tala NR Hrvatske fiziološki aktivnim hranivima. Agrohem. 11. Beograd. 1960.
24. Prša, M. : Biološki faktor plodnosti tla. Agrokem. 2. Beograd. 1961.
25. Rittig, I. : Voćarstvo. Zagreb 1942.
26. Rubin, S. S. : Udobrenije plodovih i jagodnih kultur. Moskva. 1958.
27. Saiz del Rio, J. F., C. E. Fernandez, a. O. Bellavita : Distribution of Coffee Roots Determined by Radioactive Tracers. Proc. of the Amer. Soc. for Hort. Scien. V. 77. Maryland. 1961.
28. Škorić, A., Z. Racz : Istraživanje kvaliteta humusa nekih naših tipova tala. Agrokem. 5. Beograd 1962.
29. Tamasi, J. : A gyümoesfak gyökerzetenek elehel yeskedese a talajtan. Kertesz. es. Szö. 9, 2, 1960.
30. Tjulin, A. F. : Organo mineralnije kolloidi v počve, ih genezis i znaĉenije dlja kornevoĝo pitanija viših rastenij. Akad. Nauk. SSSR Moskva 1958.
31. Todorović, B. D. : Zemljišno dubrenje. Beograd 1955.
32. Veršinin, P. V. : Poĉvennaja struktura i uslovija ee formirovanija. Akad. N. SSSR. Moskva — Lenjingrad 1958.
33. Zachariae, A. : Untersuchungen über den Eiweishalt von Äpfeln und Birnen in Abhängigkeit von verschiedenen Höhenlagen. Mitt. Klost. 8 B. Bonn 1958.
34. Zicz, A. : Faustinisches — systematische und Ökologische Studien über die Regenwürmer Ungarns. II. Acta. Zool. Akad. Sci. Hun. T. V. Fas 3—4. Budapest 1959.