

Dr Ivo Miljković

Poljoprivredni fakultet, Zagreb

KORIJENOVA MREŽA STABALA JONATHANA NA VEGETATIVNIM I GENERATIVNIM PODLOGAMA U ALUVIJALNOM TLU

UVOD I PREGLED LITERATURE

Kod izbora najboljih podloga za uzgoj jabuka, potrebno je poznavati razvijenost i rasprostranjenost korijenove mreže pojedinih podloga u ovisnosti o svojstvima tla, jer se utjecaj podloge na sortu manifestira ovisno o ekološkim, a napose edafskim prilikama. Naime, poznato je da se tipičan, genetski uvjetovan habits, odnosno rasprostranjenost korijenove mreže u dubinskom i lateralnom smjeru, modificira u najvećoj mjeri ovisno o stupnju prikladnosti tla i plastičnosti korijenove mreže.

Brojnim ispitivanjima rasprostranjenosti korijenove mreže jabuka (Oskamp 1932, Rogers i Vyvyan 1934, Rogers 1935, 1939, 1946, 1952, Breviglieri 1952, Kolesnikov 1955, 1960, 1962, Kanjivec 1958, Hilkenbäumer 1959, Grelleau 1962, Budagovski 1963. i drugih) utvrđeno je, da dobro razvijena, takozvana simetrična korijenova mreža, kod koje se korijenje rasprostire ravnomjerno u vertikalnom i horizontalnom smjeru, osigurava stabilniju opskrbu vodom i hranivima i povoljno utječe na razvijenost nadzemnog dijela, produktivnost, zdravstveno stanje i vijek trajanja stabla. Proučavanjem korijenove mreže M podloga u pet različitih tala, Rogers (1946, 1952) dolazi do zaključka, da svojstva pojedinih tala ne ispoljavaju jednak utjecaj na sve podloge. Utvrđeno je, da jedno tlo može biti posve prikladno za dobar razvoj karakterističnog habitusa korijenove mreže, a time ujedno i za dobru razvijenost nadzemnog dijela i rodnost stabala, a da u tom istom tlu korijenje nekih drugih podloga nalazi ograničavajuće uvjete za dobar razvoj i rasprostranjenost, što se redovito nepovoljno odražava na razvijenost nadzemnog dijela i rodnost jabuka.

Značajno je, dakle, da se u odnosu na svojstva tla izaberu najprikladnije podloge.

Imajući u vidu veliko značenje podloga za intenzivni uzgoj jabuka, potrebu pravilnog izbora podloga u odnosu na svojstva tla, i činjenicu da u domaćoj literaturi ne nalazimo, na temelju egzaktnih ispitivanja, gotovo nikakvih podataka o razvijenosti i rasprostranjenosti korijenove mreže jabuka u ovisnosti o svojstvima tla, odlučio sam ispitati rasprostranjenost korijenove mreže stabala Jonathana na, u nas najviše proširenim, M podlogama (I, II i IV) i sjemenjacima Malus silvestris u aluvijalnom tlu gornje Podravine, gdje su povoljne klimatske prilike za uzgoj jabuka.

U daljnjem kratkom prikazu literature osvrnut ću se samo na neke važnije radove u kojima je obrađivana korijenova mreža podloga, koje su bile i predmet mojih ispitivanja.

Proučavajući rasprostranjenost korijenove mreže M podloga u dubinskom smjeru Hilkenbäumer (1959.) je utvrdio, da se od M podloga u ilo-

vastom tlu najdublje pruža korijenje podloge M II, a najpliće M IV, dok se korijenje M I osrednje duboko rasprostire. Isti autor je ustanovio da M II pruža korijenje dublje od sjemenjaka *M. silvestris*. To su kasnije potvrdila i ispitivanja Rügera (1965). Grelleau (1962) je na temelju komparativnih ispitivanja rasprostranjenosti korijenja M podloga u aluvijalnom tlu utvrdio, da najdublje prostire korijenje podloga M II i VII, a najpliće M IV. Ovim ispitivanjima nije bila obuhvaćena podloga M I. O dubljem rasprostranjenju korijenja podloge M II od ostalih M podloga u černoze mu izvještava nas i Budagovski (1963), koji smatra da su jabuke na M II zbog toga u lakšim tlima i aridnim područjima otpornije prema suši.

Rogers i Vyvyan (1927) su ispitivali odnos između širine krošnje i rasprostranjenosti korijenove mreže u horizontalnom smjeru i ustanovili da su 10-godišnja stabla sorte Princ Albert na podlozi M I razvila uže krošnje nego na M II, premda se korijenje na M I u horizontalnom smjeru znatno dalje pruža od debla nego korijenje na M II. Proučavanjem odnosa između širine krošnje i rasprostranjenosti korijenja u lateralnom smjeru u tri različita tla, Coker (1958) je ustanovio, da jabuke na podlozi M I lateralno pružaju korijenje od debla znatno dalje nego na M II. Do istih zaključaka dolazi i Hilkenbäumer (1959) na temelju ispitivanja rasprostranjenosti korijenove mreže jabuka na M podlogama u ilovastom tlu.

Rezimiraju li se rezultati ispitivanja korijenove mreže jabuka na podlogama M I, II, IV i sjemenjacima *M. silvestris* od strane pojedinih autora, proizlazi da stanovite razlike među navedenim podlogama nisu stalne, već manje ili više ovisne o stanišnim, a posebno edafskim prilikama.

OBJEKTI ISPITIVANJA

Ispitivanje razvijenosti nadzemnog dijela stabala i rasprostranjenosti korijenove mreže stabala Jonathana na podlogama M I, II, IV i sjemenjacima *Malus silvestris* proveo sam na objektu Bolfan Poljoprivredno-zadružnog kombinata »Ludbreg«.

Objekt Bolfan smješten je u području umjereno kontinentalne klime s humidnim karakterom. Tlo je nerazvijeno aluvijalno-pjeskovito-ilovasto.

Jabuke su na vegetativnim podlogama posađene na razmak 6 x 6 m, a na sjemenjacima 9 x 9 m. Uzgojni oblik je prostorni, piramidalne krošnje. Stabla su stara 13 godina.

Prije sadnje provedeno je vrlo duboko oranje (40—50 cm). Meliorativna gnojidba nije unesena u tlo. Sadna mjesta gnojena su s 30 kg stajskog gnoja. Ukupne količine umjetnih gnojiva kretale su se od 1000—1500 kg/ha, a stajski je gnoj dodavan svake treće godine u količini 300 q/ha. Redovito je provođena obrada tla i zaštita od bolesti i štetnika.

METODIKA RADA

Ispitivanja obuhvaćaju razvijenost nadzemnog dijela voćaka, dubinu i širinu rasprostiranja korijenove mreže i svojstva tla.

Da bih utvrdio razvijenost nadzemnog dijela stabala, izmjerio sam promjer debla i skeletnih grana, te visinu i širinu krošnje. Rezultate izmjera obradio sam analizom varijance.

Rasprostranjenost korijenja u dubinu i širinu ispitao sam metodom profila (Kolesnikov 1962) na po 5 stabala pojedine podloge. Profili su otvarani na udaljenosti od debla: 1 m, 1,5 m, 2 m, 2,5 m, 3 m i 3,5 m. Širina profila iznosila je 100 cm, a dubina već prema tome kako se duboko pružalo korijenje. Rezultate ispitivanja korijenja iskazao sam kao srednjake u postotku ukupnog broja korijenja. Utvrdio sam i rasprostranjenost osnovne mase korijenja (75%) u vertikalnom i horizontalnom smjeru. Rezultat ispitivanja obradio sam analizom varijance. Maksimalna dubina prostiranja korijenja utvrđena je tačno, jer se u prvim profilima od debla tlo potkopavalo sve do ispod debla.

Ispitivanja svojstava tla obuhvaćaju analizu mehaničkog sastava, fizi-kalna i kemijska svojstva. Retencioni kapacitet tla za vodu ispitao sam izmijenjenim postupkom Kopeckog po Gračaninu. Ukupni sadržaj pora odredio sam na temelju prividne i prave specifične težine tla (piknometarska metoda), a kapacitet za zrak računskim postupkom iz razlike poroziteta i retencionog kapaciteta za vodu. Reakcija tla određena je elektrometrijski u suspenziji tla i vode i tla i n/KCl-a (omjer 1:2,3). Količina humusa ispitana je po metodi Tjurina, a količina fiziološki aktivnog fosfora i kalija po AL metodi.

REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

1. Ispitivanja svojstava tla

Ispitivanjem je ustanovljeno, da je tlo nerazvijeno-aluvijalno pjeskovito-ilovasto. Do dubine od 50 cm prostire se antropogenizirani slabo humozni sloj smeđežute boje, pjeskovito-ilovaste teksture, sitnomrvičaste strukture, gusto protkan korijenjem jabuka. Dublje se nalazi nešto malo zbitiji sloj svjetlije boje, slabo humozan, gotovo bestrukturan, protkan korijenjem jabuka i mjestimičnim humoznim džepovima od istrunulog korijenja prethodne vegetacije. Po mehaničkom sastavu profil je relativno jednoličan (sitnopjeskovita ilovača). Kako raste dubina tla tako postepeno opada količina čestica praha (od 28% u sloju tla od 0—50 cm, na 13% u sloju na dubini od 50—220 cm), a povećava se količina sitnog pijeska (od 65% u

sloju na dubini od 0—50 cm, do 81% u sloju tla od 50—220 cm) Količina koloidnih čestica opada od površine tla prema dubini (od 6,2% u površinskom sloju na 3% u dubinskom sloju). Mikrostrukturni agregati (ss indeks po Vageleru) su prilično stabilni u površinskom sloju, a mjestimice i stabilni, dok su na većim dubinama (ispod 50 cm) malo stabilni.

Fizikalna svojstva tla pokazuju da je profil dosta jednoličan. Naime, u čitavom profilu tlo je porozno (ukupni sadržaj pora kreće se od 46—51%), a retencioni kapacitet za vodu osrednji (33—42%). Kapacitet tla za zrak je malen do povoljan (8—12%) u stanju maksimalne zasićenosti tla vodom. Iako su razlike u porozitetu i kapacitetu za zrak malene, unutar pojedinih dubina tala, ipak postoji pravilnost, te kako raste dubina tla, tako se postepeno smanjuje porozitet i kapacitet za zrak.

Tlo ima jako kiselu reakciju (pH u n/KCl-u kreće se od 3,7—4,4, a pH u vodi od 4,8—5,6). U površinskom sloju (do dubine od 50 cm) tlo je slabo humozno (2,1—2,9%), a na većim dubinama vrlo slabo humozno (0,7—1,3%). Opskrbljenost dušikom je umjerena u površinskom sloju do dubine od 50 cm (0,12%), a na većim dubinama slaba (0,08—0,05%). Tlo je slabo opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom i kalijem u čitavom profilu (od 1,7—4,3 mg P₂O₅ i 3—10 mg K₂O u 100 g tla).

2. Ispitivanje razvijenosti nadzemnog dijela

Rezultati ispitivanja razvijenosti nadzemnog dijela stabala prikazani su u tabeli 1.

Tabela — 1 Razvijenost nadzemnog dijela stabala Jonathana na M podlogama i sjemenjacima Malus sylvestris

Table 1 — Tree-top development of the Jonathan variety on the M rootstocks, and seedlings Malus sylvestris.

Podloga Rootstocks	Promjer debla Trunk diameter cm	Promjer skelet- nih grana Diameter of the scaffold branches cm	Visina krošnje Height of the crown cm	Širina krošnje Spread of the tree cm
M I	15,9	7,3	440	565
M II	17,8	8,6	469	597
M IV	16,4	8,1	396	616
Malus sylvestris	19,5	9,1	476	597
LSD 5%	1,11	0,96	38,54	39,63
1%	1,51	1,31	52,73	54,24

Jonathan je na svim ispitivanim podlogama postigao dobar vegetativni razvoj. Na sjemenjacima *Malus silvestris* Jonathan ima bolji vegetativni razvoj nego na M podlogama. Na sjemenjacima stabla imaju veći promjer debla za 1,7 cm nego na M II, zatim 3,1 cm veći nego na M IV, a za 3,6 cm veći nego na M I. Razlike su statistički opravdane. Na sjemenjacima je za 1 cm veći promjer skeletnih grana nego na M IV, a za 1,8 cm veći nego na M I, koje su razlike također signifikantne. Nadalje, Jonathan na sjemenjacima ima najvišu krošnju.

Usporede li se rezultati ispitivanja na M podlogama, proizlazi da je nadzemni dio Jonathana najbolje razvijen na M II, nešto slabiji na M IV a najslabiji na M I. Jonathan na M II ima veći promjer debla za 1,9 cm nego na M I, a za 1,4 cm nego na M IV. Razlike su signifikantne. Na M II Jonathan ima za 0,9 cm veći promjer skeletnih grana nego na M I. Razlika je statistički opravdana. Nadalje, ustanovljeno je da su stabla na M II razvila za 73 cm više krošnje nego na M IV, koja je razlika signifikantna.

Jonathan ima na M IV veći promjer debla i skeletnih grana nego na M I, ali razlike nisu statistički opravdane. Na M IV stabla imaju za 51 cm širu krošnju nego na M I, dok je visina krošnje na M I za 44 cm veća nego na M IV. Od svih podloga Jonathan je na M IV postigao najširu ali i najnižu krošnju.

Slične relacije u razvijenosti nadzemnog dijela Jonathana na ispitivanim podlogama u istom nasadu utvrdili su na kraju osme vegetacije Modrić i Bohutinski (1962).

3. Ispitivanje rasprostranjenosti korijenove mreže

Ispitivanjem rasprostranjenosti korijenove mreže stabala Jonathana na vegetativnim i generativnim podlogama utvrdio sam, da postoje stanovite razlike pod utjecajem podloga. U tabeli 2 predočena je rasprostranjenost korijenja po dubini. Iz tabele se vidi da u vertikalnom smjeru najdublje pruža korijenje M II (225 cm), zatim sjemenjaci i M I (150 cm) a najpliće M IV (140 cm). Premda je maksimalna dubina rasprostiranja korijenja jednaka na sjemenjacima i M I, ipak treba istaći, da je u M I već na dubini ispod 80 cm, znatno manje korijenja nego u sjemenjaka. Ispitivane podloge najviše korijenja prostiru u gornjem sloju tla do dubine od 50 cm (M IV — 70,16%, M I 61,57%, sjemenjaci 56,98% i M II 55,96%). Prosječna dubina prostiranja osnovne mase korijenja (75% od ukupnog broja korijenja) različita je za pojedine podloge (tabela 3).

Tabela 2 — Rasprostriranje korijena stabala *Jonathana* na M podlogama i sjemenjacima *Malus sylvestris* u dubinu (izražena u % ukupnog broja korijenja).

Table 1 — Root system distribution of the *Jonathan* trees on M rootstocks and seedlings *Malus sylvestris* in the depth (percentage of the total root number)

Dubina u cm Depth in cm	Podloga — Rootstocks											
	M I				M II				M IV			
	obrastuj. Ø × 3mm	skeltno Ø × 3mm	ukupno total	obrastuj. Ø × 3mm	skeltno Ø × 3mm	ukupno total	obrastuj. Ø × 3mm	skeltno Ø × 3mm	ukupno total	obrastuj. Ø × 3mm	skeltno Ø × 3mm	ukupno total
0 — 10	6,37	0,59	6,96	4,14	0,52	4,66	5,39	1,91	7	1,88	0,27	2,15
10 — 20	15,22	2,68	17,90	14,40	1,30	15,70	13,72	3,95	17,67	14,48	1,89	16,37
20 — 30	10,87	1,69	12,56	14,40	2,88	17,28	14,63	4,91	19,54	11,93	4,15	16,08
30 — 40	10,05	1,99	12,04	7,20	3,14	10,34	10,31	4,07	14,38	9,52	3,75	13,27
40 — 50	10,25	1,89	12,14	5,76	2,22	7,98	8,51	2,76	11,27	7,24	1,87	9,11
50 — 60	8,95	1,49	10,44	6,28	1,05	7,33	8,87	0,60	9,47	8,85	2,14	10,99
60 — 70	5,37	0,89	6,26	5,37	1,83	7,20	6,11	0,84	6,95	6,57	0,80	7,37
70 — 80	7,06	0,49	7,55	4,32	0,52	4,84	4,07	0,36	4,43	5,63	1,07	6,70
80 — 90	4,77	0,79	5,56	2,87	0,78	3,65	2,63	0,60	3,23	6,03	0,95	6,98
90 — 100	3,88	0,30	4,18	4,18	1,05	5,23	2,52	0,48	3,00	3,89	1,21	5,10
100 — 110	2,39	0,10	2,49	2,48	0,26	2,74	0,84	0,36	1,20	2,41	0,10	2,51
110 — 120	0,76	0,20	0,96	1,08	0,26	1,34	0,72	0,24	0,96	1,61	0,34	1,95
120 — 130	0,39	0,30	0,69	1,12	0,26	1,38	0,36	0,12	0,48	0,80	0,10	0,90
130 — 140	0,04	0,10	0,14	1,30	0,26	1,56	0,12	0	0,12	0,26	0,13	0,39
140 — 150	0,03	0,10	0,13	1,83	0,13	1,96	0,12	0	0,12	0,13	0	0,13
150 — 160	—	—	—	1,30	0,26	1,56	—	—	—	—	—	—
160 — 170	—	—	—	0,78	0,13	0,91	—	—	—	—	—	—
170 — 180	—	—	—	0,91	0,18	1,09	—	—	—	—	—	—
180 — 190	—	—	—	0,91	0,13	1,04	—	—	—	—	—	—
190 — 200	—	—	—	0,78	0,13	0,91	—	—	—	—	—	—
200 — 210	—	—	—	0,65	0	0,65	—	—	—	—	—	—
210 — 220	—	—	—	0,52	0	0,52	—	—	—	—	—	—
220 — 230	—	—	—	0,13	0	0,13	—	—	—	—	—	—
Ukupno Total	86,40	13,60	100,00	82,71	17,29	100,00	78,80	21,20	100,00	81,23	18,74	100,00

Tabela 3 — Rasprostranjenost osnovne mase korijenja u vertikalnom smjeru
 Table 3 — Distribution of the greater part of the roots in the vertical direction

Podloga Rootstocks	Prosječna dubina u cm Average depth in cm
M I	65,0
M II	82,2
M IV	52,0
Sjemenjaci Seedlings	76,6
M. sylvestris	
LSD 5%	14,32
1%	19,96

Iz tabele se vidi, da osnovnu masu korijenja najdublje prostiru M II i sjemenjaci, a najpliće M IV, dok M I osrednje duboko prostire korijenje. Ustanovljena je signifikantna razlika u dubini prostiranja osnovne mase korijenja između podloga M II i M I, zatim M II i M IV te sjemenjaka i M IV. Nije utvrđena statistička opravdana razlika u dubini prostiranja osnovne mase korijenja sjemenjaka i M podloga I i II.

U horizontalnom smjeru vegetativne podloge pružaju korijenje od debla do udaljenosti 3,8 — 4 m, a na sjemenjacima do 4,7 — 5 m. Rasprostranjenost korijenja u horizontalnom smjeru, na različitim udaljenostima od

Tabela 4 — Rasprostranjenost korijenove mreže stabala Jonathana na M podlogama i sjemenjacima Malus sylvestris u horizontalnom smjeru (izražena u% ukupnog broja korijenja — metoda profila).

Table 4 — Root system distribution of the Jonathan variety on M rootstocks and seedlings Malus sylvestris in the horizontal direction (the percentage of the total numbers of roots — the profile method).

Podloga Rootstocks	Na udaljenosti od debla From the distance of the trunk					
	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m	3,5 m
M I	30,85	23,21	16,15	13,62	12,93	3,24
M II	37,22	23,84	23,84	9,41	5,16	0,53
M IV	29,82	23,31	17,51	15,15	13,25	0,96
Sjemenjaci Seedlings	28,61	20,05	17,91	16,59	9,76	7,08
Malus sylvestris						

debla, predočena je u tabeli 4. Iz tabele se vidi, da se najviše korijenja prostire ispod krošnje. Samo pojedino korijenje prelazi obod krošnje. Dje-

lomično ispreplitanje korijenja susjednih stabala ustanovio sam samo u površinskom sloju tla do dubine od 0 do 20 cm. Usporedili se rasprostranjenost korijenja na vegetativnim i generativnim podlogama, proizlazi da M II pruža korijenje znatno manje u širinu od debla nego ostale podloge. U horizontalnom smjeru najviše se od debla u širinu pruža korijenje sjemenjaka i M I. Podloga M IV osrednje široko rasprostire korijenje od debla. Prosječna rasprostranjenost osnovne mase korijenja (75%) u horizontalnom smjeru predočena je u tabeli 5.

Tabela 5 — Rasprostranjenost osnovne mase korijenja u horizontalnom smjeru
Table 5 — Distribution of the greater part of the roots in the horizontal direction

Podloga Rootstocks	Prosječna udaljenost od debla The average distance from the trunk — cm
M I	230
M II	170
M IV	214
Sjemenjaci Seedlings	214
M. sylvestris	
LSD 5%	36,44
1%	49,86

Iz tabele se vidi da M I pruža u horizontalnom smjeru osnovnu masu korijenja do najveće udaljenosti od debla. Najmanje se širi korijen M II. Osnovna masa korijenja sjemenjaka i M IV pruža se do jednake udaljenosti od debla. Statistički opravdana razlika ustanovljena je u horizontalnoj rasprostranjenosti osnovne mase korijenja između M II i ostalih ispitivanih podloga.

Usporede li se rezultati ispitivanja razvijenosti nadzemnog dijela s rasprostranjenošću korijenja u dubinskom i laterarnom smjeru, proizlazi da je bolja razvijenost nadzemnog dijela stabala na podlogama s dubljim ukorjenjivanjem, tj. na sjemenjacima i M II.

Na ispitivanim podlogama izražena je stanovita pravilnost između vrijednosti za prosječnu visinu krošanja i vrijednosti za prosječnu dubinu prostiranja osnovne mase korijenja. Naime, što se osnovna masa korijenja dublje prostire, to stabla imaju u prosjeku više krošnje. Značajno bi bilo detaljnijim ispitivanjima provjeriti, da li postoji i u kojoj je mjeri izražena korelacija između dubine prostiranja korijenove mreže i razvijenosti krošanja u visinu. Pravilnosti nisu izražene između širine krošanja i rasprostranjenosti osnovne mase korijenja u horizontalnom smjeru. Tako npr. Jonathan na M I ima najuže krošnje, a od debla pruža osnovnu masu korijenja do najveće udaljenosti od svih ispitivanih podloga. Nasuprot tome, Jonathan na M II pruža osnovnu masu korijenja u horizontalnom smjeru do najmanje udaljenosti od debla, a ima dobro razvijene i široke krošnje.

Da bi se bolje razumjela veza između vegetativnog razvoja Jonathana i dubinske rasprostranjenosti korijenja na ispitivanim podlogama iznosim nekoliko navoda iz literature. Općenito je poznato da u lakšim dobro dreniranim tlima voćke, u potrazi za vlagom, duboko rasprostiru korijenje. Prema rasprostranjenosti korijenove mreže pojedinih voćaka Šitt (1936) dijele voćke na manje ili više osjetljive prema suši. Među otpornije prema suši svrstao je voćke s izraženim vertikalnim smjerom rasta korijenja. Budagovski (1963) navodi da su jabuke na podlozi M II otpornije prema suši nego na ostalim M podlogama, zbog dubljeg rasprostiranja korijenja, odnosno boljeg korištenja vlage iz dubljih slojeva tla. Gračanin (1970) općenito smatra da je koeficijent iskorištenja ekološki pristupačnih hraniva ovisan u velikoj mjeri o razvoju i aktivnosti korijenove mreže, te da je korištenje hraniva bolje što je korijenje bolje razvijeno u dubinskom i lateralnom smjeru.

U skladu s takvim shvaćanjem može se vrlo vjerojatno protumačiti da je bolja razvijenost Jonathana na sjemenjacima i M II nego na M I i IV, uz ostalo, uvjetovana dubljim rasprostiranjem korijenja, odnosno stabilnijim i povoljnijim uvjetima opskrbe vodom i hranivima u toku ljetnih mjeseci. To je važno istaći, jer je tlo u voćnjaku dosta ocjedito pjeskovito-ilovaste teksture, te zbog toga lošije gospodari s rezervnom vlagom.

Usporede li se rezultati ispitivanja rasprostranjenosti korijenja u dubinskom i lateralnom smjeru s podacima što ih za iste podloge donose drugi autori (Rogers 1927, 1946, Coker 1958, Hilkenbäumer 1959, Grelleau 1962, i neki drugi) proizlazi da su sve podloge razvile karakterističnu korijenovu mrežu, i da su svojstva aluvijalnog tla u gornjoj Podravini povoljna za dobar razvoj korijenja ispitivanih podloga. Međutim, u uvjetima suhog gospodarenja, odnosno u sušnim godinama imaju prednost podloge s dubljim rasprostiranjem korijenja.

Ispitivanjima koja su provedena na soliterima, ustanovljeno je da se korijenje u horizontalnom smjeru rasprostire znatno izvan radiusa krošnje (Kvarachelija 127, Kolesnikov 1924, 1937, Šitt 1936) i da se unutar radiusa 1—1,5 m od debla nalazi znatno manje obrastajućeg korijenja nego izvan oboda krošnje. Kako su naša ispitivanja provedena u zatvorenim nasadima to je ustanovljeno da se korijenje prostire uglavnom ispod krošnja a da samo pojedini korijenovi prelaze rubove krošnja, i u skladu su s proučavanjima drugih autora koji su provodili ispitivanja u zatvorenim nasadima (Hilkenbäumer 1959, Kolesnikov 1962). Ovdje treba istaći da, u zatvorenim nasadima, širinu pružanja korijenja određuje i razmak sadnje, jer je ustanovljeno (Hilkenbäumer, Kolesnikov i dr.) da se korijenje susjednih stabala u pravilu ne isprepliće zbog postojanja stanovitog antagonizma između korijenovih mreža jabuka na M podlogama.

Z A K L U Č C I

Na temelju ispitivanja razvijenosti nadzemnog dijela i rasprostranjenosti korijenove mreže 13-godišnjih stabala Jonathana na vegetativnim (M I, M II, M IV) i generativnim (sjemenjaci *Malus silvestris* Mill.) podlogama u nerazvijenom aluvijalnom pjeskovito-ilovastom tlu gornje Podravine mogu se izvesti slijedeći zaključci.

— Izmjerama promjera debla ustanovljeno je da su podloge ispoljile utjecaj na razvijenost stabala. Na sjemenjacima su razvijenija stabla nego na M podlogama. Unutar M podloga najbolja je razvijenost na M II, zatim na M IV, a nešto slabija na M I,

— Među ispitivanim podlogama utvrđene su razlike u dubinskoj i lateralnoj rasprostranjenosti korijenja. Najdublje osnovnu masu korijenja pruža M II (prosječna dubina 32,2 cm) i sjemenjaci *Malus silvestris* (76,6 cm), a najpliće M IV (52,0 cm). M I osrednje duboko rasprostire osnovnu masu korijenja (65,0 cm). Ustanovljena je signifikantna razlika u dubini pružanja osnovne mase korijenja između M II i M I, zatim M II i M IV, te sjemenjacima i M IV. Nije utvrđena statistički opravdana razlika između sjemenjaka i M podloga I i II. Osnovnu masu korijenja u lateralnom smjeru najdalje od debla pruža podloga M I (prosječna širina 230 cm), najmanje M II (170 cm), a osrednje odnosno do jednake udaljenosti od debla sjemenjaci i M IV (214 cm). Razlika je signifikantna između M II i ostalih ispitivanih podloga.

THE ROOT SYSTEMS OF JONATHAN TREES ON CLONAL ROOTSTOCKS AND SEEDLINGS OF MALUS SYLVESTRIS IN THE ALLUVIAL SOIL

S u m m a r y

The study of the root systems distribution of the 13-year-old Jonathan trees on clonal rootstocks (M I, M II, M IV) and seedlings *Malus sylvestris*, was carried out in the orchard planted on alluvial soil. The orchard was located in upper Podravina (North Croatia). The soil is a sandy loam texture throughout the whole profile, and relatively good physical conditions (the pore volume 46—51%; the absolute water-holding capacity 33—42%; the air capacity 8—12%). The soil reaction is very acid (pH in n/KCl: 3,7—4,4). The humus content in the surface layer (—50 cm) amounts to 2,1—2,9% and in the deeper layer (—150 cm) to 0,7—1,3%. The soil is poor in nitrogen and available phosphorus, as well as potassium (on an average: 3 mg/100 g P₂O₅, and 6,5 mg/100 g K₂O).

On the basis of these investigations the following conclusions can be inferred:

— By measuring the trunk diameter the influence of the rootstock on the tree top development is stated. The trees are more developed on the seedlings than on M rootstocks. Among M rootstocks the best tree development is on M II, then on M IV, and something weaker on M I (Table 1).

— The differences were shown in the vertical and lateral root spread among the investigated rootstocks. The rootstocks M II (an average depth 82,2 cm) and seedlings *Malus sylvestris* (76,6 cm) distribute most deeply the greater part of the root systems (75,0% of the total number of roots), and most shallowly M IV (52,0 cm). The greater part of the root systems of M I is moderately deep (65,0 cm). The significant difference in depth distribution of the greater part of the roots is shown between M II and M I, then M II and M IV, and seedlings and M IV. No significant differences are stated between seedlings and rootstocks M I, M II (Table 3). The rootstock M I distributes the greater part of the roots most distantly from the trunk (an average spread 230 cm). The distance was the smallest for M II (170 cm), and moderate for the seedlings and M IV (214 cm). The difference is significant between M II and other investigated rootstocks (Table 5).

L I T E R A T U R A

1. Brevigkieni N.: Studies on the root system of fruit trees and vines in Italy. — XIII Int. Hort Congress Rept., London 1952.
2. Budgovski V. I.: Promošljenaja kultura karlikovih plodovih derevjev. — Moskva 1963.
3. Coker E. G.: Root studies XII. Root systems of apple on Malling rootstocks of five soil series. — Jour. of Hort. Sci., No 2, 1958.
4. Gračanin M.: Opći principi fertilizacije tla. — Zagreb, 1970.
5. Grelleau J.: Compartement de divers types de porte-greffes de pommes. — Bas-Rhône Languedoc, 10, 1962.
6. Hilkenbäumer F.: Spross und Wurzelbildung bekannter vegetativ vermehrter Apfelunterlagen in 18 Standjahr in Heimbach/Schwäbische Hall. — Der Obstbau, No 3 1959.
7. Hilkenbäumer F.: Spross und Wurzelkronentwicklung verschiedener Obstarten während der ersten sechs Jahre auf Lehmboden. — Der Erverbstobstbau No 7, 1959.
8. Kanjivec I. I.: Počvenije uslovija i rost jablonji. — Kišinjev 1958.
9. Kolesnikov V. A.: Kornevaja plodovih derevjev. — Nauč. Agr. Žurn., 1 — 3, 1924.
10. Kolesnikov V. A.: Kornevaja sistema plodovih derevjev v svjazi s povišenijem urožajnosti sadov. — Sbornik »Povišenije urožajnosti sadov i likvidacija periodičnosti plodonošenija«. — Seljhozgiz 1937.
11. Kolesnikov V. A.: Metodi i rezultati izučenija kornevoj sistemi plodovih kultur. — Izvestija TSHA, 2, 1955.
12. Kolesnikov V. A.: Metodika laboratornih i poljevih zanatij po izučeniju kornevoj sistemi plodovih i jagodnih rastenij. — Moskva 1960.

13. Kolesnikov V. A.: Kornevaja sistema plodovih i jagodnih rastenij i metodi jejo izučenija. — Moskva 1962.
14. Kovačević P., Pušić B.: Tla kotara Đurđevac. — Zavod agroekologiju, Zagreb 1955.
15. Karachelija T. K.: Materijali k biologiji kornevoj sistemi plodovih derevjev. — Izv. Adh. selhoz. op. stanciji, 34, 1927.
16. Modrić I., Bohutinski O.: Mogućnost uzgoja jabuka na vegetativnim i generativnim podlogama u podravskim pjeskovitim tlima. — Agr. glasnik, 9—10, 1962.
17. Mudra A.: Statistische Methoden für Landwirtschaftliche Versuche. — Berlin 1958.
18. Oskamp J.: The rooting habitus of deciduous fruits on different soils — Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 29, 1932.
19. Rogers W. S.: Soil Factors in Relation to Root Growth. International Congress of soil sci. Oxford, 1935.
20. Rogers W. S.: Root Studies VIII Apple root growth in relation to rootstock, soil, seasonal and climatic factor. — J. Pomol., 17, 99 — 130, 1939.
21. Rogers W. S.: Growth and cropping of apple trees on Malling rootstocks on five soil series. — J. Pomol., 22, 209 — 225, 1946.
22. Rogers W. S.: Fruit plant roots and their environment — XIII Int. Congress Rept., London 1952.
23. Rogers W. S., Vyvyan M. C.: Root studies I. The root systems of some ten years old apple trees on two different rootstocks, and their relation to tree performance. — Ann. Rpt. for 1927, East Malling Res. Sta. II. supl. 1928.
24. Rürger H.: Einige Beobachtung über die Durch wurzelung des Bodens in Abhängigkeit von Unterlage und edelsorten. — Der Erw Obstbau, 9, 1965.
25. Šitt P. G.: V vedenije v agrotehniku plodovodstva OGIZ, Moskva 1936.
26. Škorić A.: Pedološka istraživanja (priručnik). — Zagreb 1961.