

Dr Josip Gotlin

Poljoprivredni fakultet, Zagreb

ULOGA I ZNAČAJ KORIJEVOVA SISTEMA U AGROTEHNICI KUKURUZA

Kod studijske analize za proizvodnju maksimalnih mogućih prinosa kukuruza kod određenih uvjeta proizvodnje neophodno je detaljno poznavati korijenov sistem. Poznavanjem korjenovog sistema biljke kukuruza usko je vezano sa odgovarajućim agrotehničkim zahvatima za normalni razvoj i porast biljke kukuruza u određenim etapama razvoja u toku vegetacije. Prema tome u koliko su poznati svi detalji pojedinih dijelova i organa biljke od početka razvoja pa do završetka vegetacije moguće je pravilno usmjeriti većinu faktora koji uvjetuju maksimalni razvoj genetskog potencijala biljaka koji je svojstven svakoj sorti ili hibridu za postizavanje maksimalnih prinosa i to kako po biljci kao individuumu tako i biljke u određenom sklopu sa površine bez obzira na njenu veličinu.

Putem korjenovog sistema vrši se absorpcija hranivih tvari i vode. Nadalje u korjenovom sistemu zbiva se sinteza mnogih tvari neophodnih za život biljke, tu se vrše prvobitni procesi prerade hranivih tvari koje su crpljene iz tla. Absorptivna efikasnost korjenovog sistema mnogo ovisi o opsegu i razvoju korijena, o plodnosti, vlazi, aeraciji i strukturi zemljišta, zatim o smještaju gnojiva i eventualno o utjecaju pojedinih bolesti korijena, kao i razlike u absorptivnoj moći unutar sorata i hibrida.

STRUKTURA KORIJEVOVA SISTEMA

Korijenov sistem kukuruza kao i kod ostalih trava (graminea) je čupav — končast. S obzirom po vremenu formiranja, pa karakteru rasta, po ulozi u životu same biljke može se obično razlikovati 5 tipova korijenova i to: Primarni ili glavni klicni korijen, seminalni ili bočni klicni korijeni, mesokatilno korijenje, podzemno nodijalno korijenje i zračno nodijalno korijenje.

Primarni klicni korijen kao i seminalni ili bočni (lateralni) klicni korijenčići formiraju se u periodu klijanja, seminalni ili bočni klicni korijenčići izbijaju na bazi prvoga internodija stabljike neposredno iznad skutelarnog nodija. Primarni i seminalni korijenčići ostaju prisutni na biljci u čitavom toku vegetacije ukoliko nisu uništeni bilo djelovanjem mraza ili nekim drugim fizičkim putem. Broj bočnih ili seminalnih korijenčića ovisan je o hibridu — sorti i varira od 1—13. Kod nekih sorata tvrdunaca može biti svega jedan ili do 13 kao što je najčešći slučaj kod različitih hibrida ili sorata kukuruza zubana. Međutim općenito se smatra da se manji broj bočnih ili seminalnih korijenčića može razviti iz staničja na bilo kojem dijelu prvoga internodija.

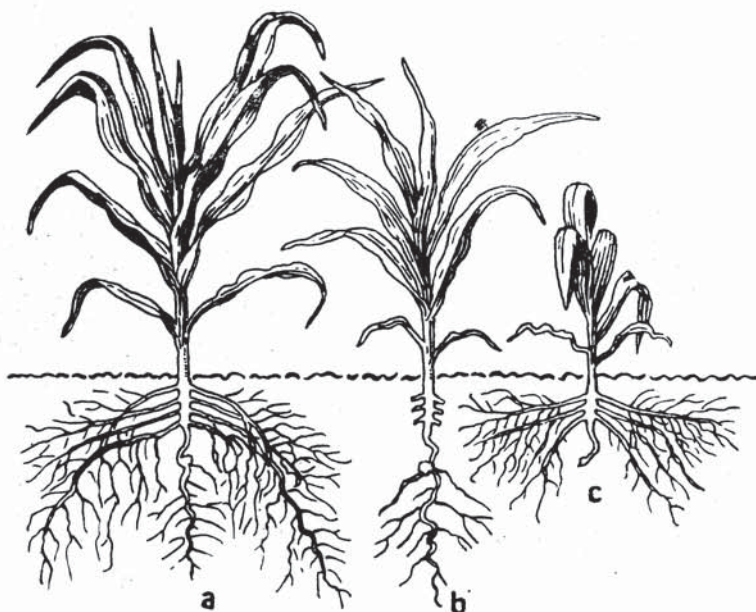
Pod normalnim uvjetima rasta u polju seminalni korijeni razvijaju se gotovo horizontalno sve do određene udaljenosti a zatim počnu rasti prema dolje. U prve 2—3 sedmice nakon nicanja biljke oni imaju osnovnu ulogu u ishrani biljke mineralnim tvarima i vodom, premda oni u toj fazi porasta biljke predstavljaju jedan mali dio od ukupnog potpuno razvijenog korijenovog sistema. Pokusima se je uspjelo dokazati da ukoliko se ošteti seminalni korijen unutar 3—4 sedmice nakon razvoja seminalnog korijena mogu nastati štete po normalni kasniji razvoj biljke i da se smanjuje prinos i do 9%. Oštećenje seminalnog korijena biljka kukuruza teže podnosi sve do formiranja 8—9 listova.

Razvitkom nodijalnog ili adventivnog korijenja uloga i značenje klicnih korijena postepeno se smanjuje iako njihova aktivnost ne mora time i prestati. Na dobro strukturnim tlima — černoziem i druga tla klicni korijenčići prodiru u širinu i dubinu više od 1 metra a na teškim tlima ostaju uglavnom u oraničnom sloju. Prema tome brzina razvoja klicnog korijenovog sistema i njegova raširenost je indikator primjenjene agrotehnike odnosno pokazatelj kakvi su uslovi dati za optimalan razvoj biljke već u njenom samom početku.

ADVENTIVNO ILI NODIJALNO KORIJENJE

Izraz adventivno ili nodijalno korijenje primjenjuje se na sve ono korijenje koje se razvija na bazalnom interkalarnom meristemu donjih internodija stabljike. Ovaj izraz adventivno ili nodijalno korijenje je istovjetan sa izrazom »korijenova kruna« jer u osnovi ono predstavlja glavni dio korijenovog sistema u što se uključuju i svi korijenovi koji izbijaju i iz nodija stabljike iznad površine tla ili takozvano »zračno korijenje« ili nadzemni nodijalni korijenovi.

Između sjemena i prvog nodija stabljike kojeg nazivamo mezokatilni dio ponekad se formiraju korijenovi. Korijenovi koji izrastu na ovom dijelu stabljike pod tlom ne granaju se i razvijaju se gotovo horizontalno prema površini tla. Do razvitka ovakvih korijenova dolazi najčešće u slučajevima kada je sjeme položeno u dubinu 10 ili više cm. Na teškim tlima ovi korijenovi se slabo razvijaju, te je i njihova uloga u ishrani biljke gotovo beznačajna.



Sl. 1.

Uloga primarnog i bočnog ili adventivnog korijena
(prema Tretjakovu i Galickii)

- a) biljka sa klicinim korijenom i etažama adventivnog ili bočnog korijena.
- b) odstranjeno adventivno korijenje
- c) odstranjen klicin korijen

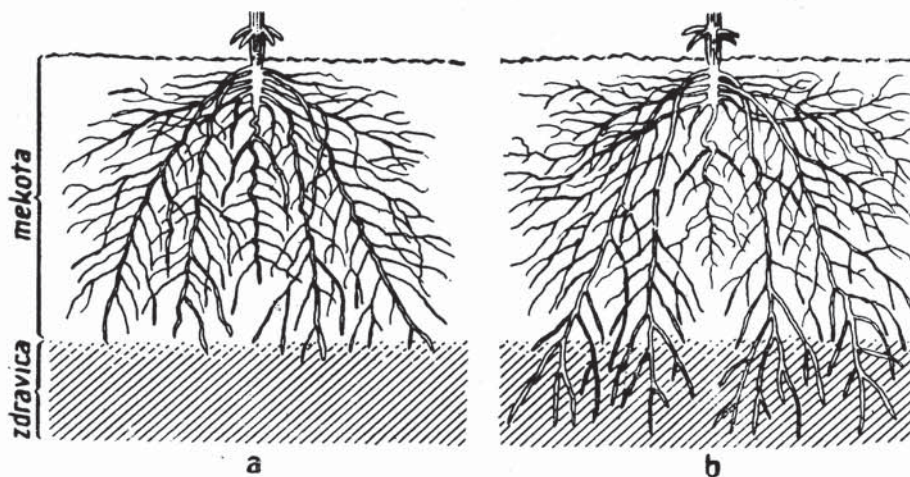
Osnovni dio korijenovog sistema čini tzv. nodijalno korijenje, koje se razvija na podzemnim nodijima stabljike.

Prvi vijenac nodijalnog korijena pojavljuje se kada je biljka razvila 3—4 lista. U razdoblju kada se razvija 5 i 6 list formira se druga etaža korjenova, a u fazi razvoja 7—8 lista razvije se treća etaža korijenovog sistema itd. Pojavom formiranja svake nove etaže nodijalnog korijenovog sistema usko je povezano sa formiranjem slijedećeg para listova. Obično se formira od 5—10 etaža nodijalnih korjenova što je ovisno o sorti, zemljištu i primijenjenoj agrotehnici. Rani hibridi i sorte obično razviju 13—16 listova sa 5—7 etaža nodijalnih korjenova, srednje kasni hibridi ili sorte razviju od 18—20 listova sa 7—8 etaža nodijalnih korjenova i kasni hibridi ili sorte formiraju 21—25 listova sa 8—10 etaža nodijalnog korijenovog sistema. Obično se 5—7 etaža korijenja nalaze

pod tlom to su tzv. podzemne nodijalne etaže korijena a gornje 2—3 etaže korijena obično se razvijaju na nadzemnim nodijima stabljike pa ih onda i nazivamo »zračno nodijalno korijenje«.

Prvi podzemni nodij stabljike formira se nezavisno od dubine sjetve na dubini od 3—4 cm od površine tla. Broj korijenova na donja prva tri nodija varira od 3—6, dok u slijedećim nodijima broj korijenova znatno raste, tako da gornji nodiji mogu imati od 13—22 korijena ovisno o sorti i hibridu, kasnije sorte i hibridi imaju veći broj korijenova u etaži nego ranije sorte i hibridi, što je opet također mnogo ovisno i o agrotehnici. Zračno nodijalno korijenje smatra se nefunkcionalno korijenje s obzirom da ne dosižu tlo. Međutim agrotehničkim zahvatima (nagrtanjem) oni mogu u cjelini ili djelomično postati funkcionalni i onda ih se naziva spojni korijenovi.

Nodijalni korijenovi koji se razvijaju na prve 3—4 etaže rastu horizontalno od stabljike pod kutem od 45° do određene udaljenosti a zatim se počinju savijati prema dolje. Njihov horizontalni rast može iznositi od 30—60 cm od stabljike ovisno o širini redova što su redovi uži to je i savijanje tih korijenova prema dolje ranije. Korijenovi gornjih etaža odmah rastu vertikalno prema dolje. Horizontalni porast prvih etaža nodijalnog korijenovog sistema neki autori



Sl. 2.

Utjecaj oranja na razvoj korijena
(prema Tretjakovu i Galickii)

a) obično oranje

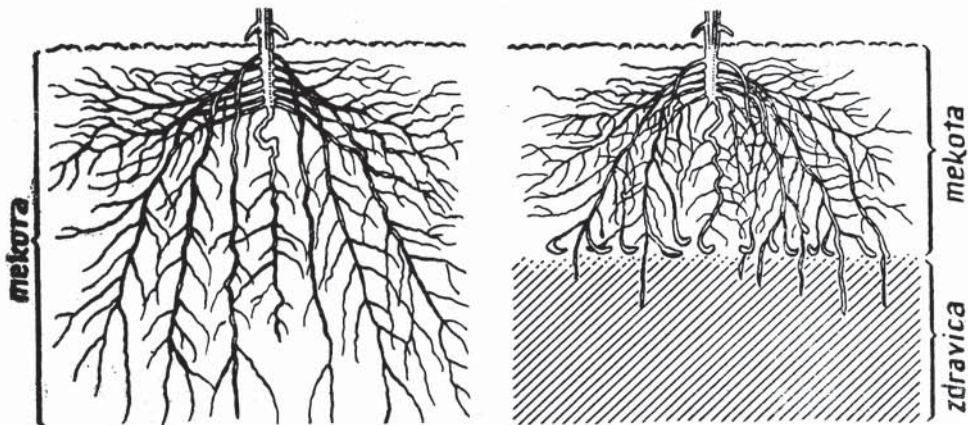
b) oranje sa podrivačem

tumače kao specifično ponašanje korjenova radi niske temperature u dubljim horizontima tla. Promjena procesa razvoja događa se gotovo 4 sedmice nakori njihovog rasta u horizontalnom smjeru kada je temperatura u dubljim horizontima povećana. Pokazalo se da je za sušnih i toplih proljetnih dana horizontalni razvoj korijenova prvih etaža bio manji u odnosu na proljeće sa vlažnim i hladnim danima u vrijeme njihovog razvoja. Kukuruz koji je bio sijan u sredini ljeta gotovo i nije imao horizontalnog razvoja korijenova već su se korijenovi neposredno razvijali prema dolje. Na dobro strukturalnim tlima nodijalni korijenovi mogu dostići dubinu od 1,5—2 m pa i više a u stranu od stabljike 100—120 cm. Funkcionalna kruna korijenovog sistema od ukupne dužine od 1000—1100 m obuhvaća svega 255 m. Svi se ovi korijenovi granaju tako da ukupna dužina tih grana prelazi dužinu glavnih korijenova. **Weihing** (Vajhing) smatra da ukupna dužina svih korijenova iznosi više od 10 km za svaku biljku. Opća površina korijenovog sistema kod kasnozrelih hibrida ili sorata dostiže u fazi cvatnje više od 150 m² a to je gotovo 200 puta više od površine listova.

U rastu korijena može se razlikovati nekoliko bitnih zona a to su: korijenova kapa na koju se nadovezuje zona brze diobe stanice koja može biti dugačka 1 mm i pokrivena je korijenovom kapom, zatim slijedi glatka zona ili zona rasta bez korijenovih dlačica, zatim dolazi zona korijena pokrivena sa korijenovim dlačicama ili zona usisavanja (apsorpcije) i najzad zona gdje korijenove dlačice i epiderma propadaju ostavljajući plutasto kortikalno staničje kao vanjsku površinu korijena ili kako se često naziva provodna zona.

Zona koja je pokrivena korijenovim dlačicama ili usisavajuća zona čini svega 0,5–2 cm, ali je njena površina dosta velika. Na jednom mm² površine rastućeg korijena ima i do 700 korijenovih dlačica koje znatno povećavaju površinu usisavajuće zone. Usisavajuća površina ovisna je o agrotehnici i sorti te čini svega od 15–45% od ukupne površine korijenovog sistema. Iza ove zone dolazi zona za provođenje vode i hranivih tvari koje su absorbirane iz tla i tu se transformiraju u stabljiku i u lišće. U ovoj zoni također dolazi do izbivanja bočnih korijenčića ili grananja. Čim postoje uslovi za jače grananje dolazi do razvoja više sitnih korijenčića koje su u biti slične glavnome korijenu a imaju svoju vlastitu zonu korijenovih dlačica. Što je sistem grananja veći to je i apsorptivna moć korijena veća tj. korijenov sistem u cjelini postaje aktivniji.

Naročito intenzivni porast korijenovog sistema i njegovog grananja pojavljuje se u tzv. ljetnom porastu tj. do cvatnje. U tom razdoblju dnevni porast pojedinih korijena može dostići 3–5 cm a ukupni prirast svih korijenova desetak metara. Grananje korijena i formiranje korijenovih dlačica najintenzivnije je u onim slojevima tla gdje ima dovoljno hranivih tvari, zraka i vode. Kada je biljka narasla po prilici oko 1,30 m a to je razvoj sa 12 listova u povoljnim uvjetima rasta lateralno širenje korijena može dostići i 130 cm a penetracija od 60–130 cm.



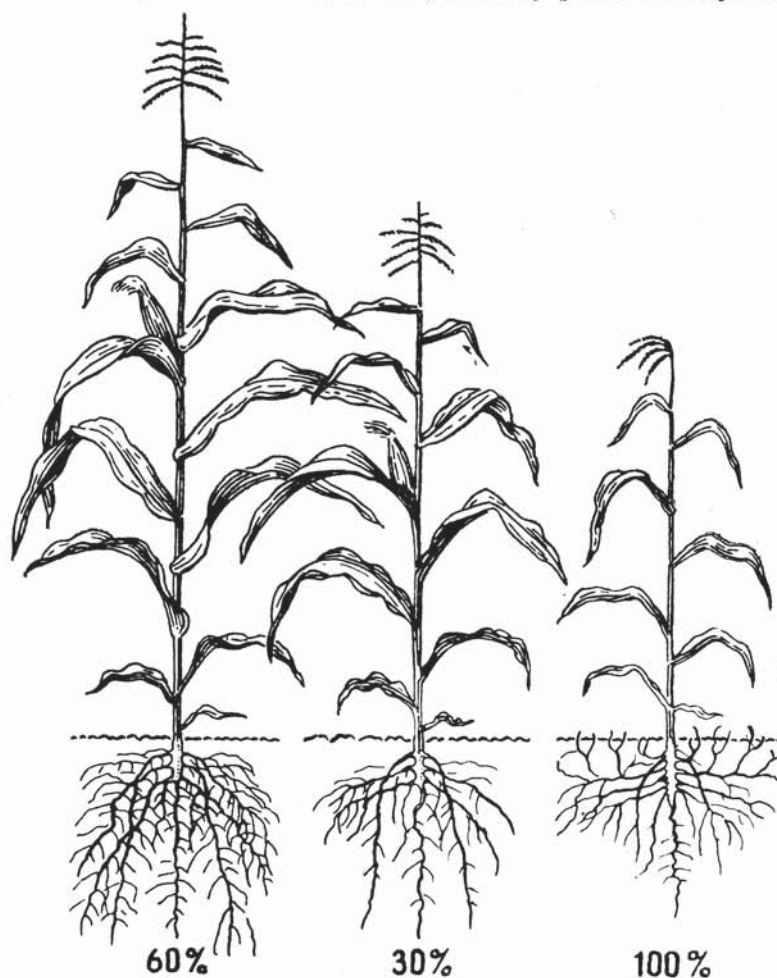
Sl. 3.
Razvoj korijenovog sistema na černozeu i podzolu
(prema Tretjakovu i Galickii)

ZONA APSORPCIJE KORIJEVOG SISTEMA

Volumen tla koji ispunjava mreža korijenovog sistema kukuruzne biljke znatno je ovisan o pojedinim fazama razvoja i porasta. Kada je biljka razvila 7–8 listova, korijen se širi lateralno sa površinom tla tako da je njegova penetracija ponekad ne veća od 30 cm u dubinu. Najveći procenat korijena nalazi se u sloju od 7,5–15 cm od površine tla u to vrijeme sva hraniva koja su smještena sa strane sjemena bit će u direktnom dodiru sa korijenovom mrežom i absorbirana.

U fazi porasta kada biljka dostigne visinu od 120 cm lateralni korijenov sistem može se proširiti od stabljike od 60–120 cm, a zatim se u to vrijeme obično spušta prema dolje. Penetracija u dubinu ovoga korijena može se kretati od 40–120 cm

korijenovi koji su mlađi po izrastu mogu penetrirati znatno dublje s obzirom da je njihov lateralni porast neznatan, jer se to mlađe korijenje odmah spušta prema dolje. Općenito kada su biljke bliže stadiju zriobe korijenov sistem je usmjeren na grananje i porast u dubinu. Kada biljke dostignu svoj normalni porast u visinu u stadiju zriobe a to je visina oko 250—270 cm a lišće se počinje sušiti mjerenjem korijena u tom stadiju vegetacije pokazalo se da je lateralno korijenje imalo vrlo malo povećanje unatrag 50 dana vegetacije, kada se još intenzivno razvijalo. Najveći procenat ovoga korijenovog sistema nađen je ispod površine tla u sloju od 30—60 cm. S druge strane zapaženo je da korijenje koje penetrira u dubinu ima porast sve do pune zrelosti biljke. Korijenovi koji potiču iz nodija iznad povr-



Sl. 4.

Utjecaj vlažnosti tla na razvoj korijena i biljke
(prema Tretjakovu i Galickii)

šine tla presvučeni su sluzavom substancom koja ih štiti od sušenja. Prema tome penetrirajući korijenov sistem ima dvostruku zadaću i to pričvršćivanje biljke i absorpciju vode i hraniva. Kod dobro razvijenog korijenovog sistema može biti 5—6 m³ tla isprepletano korijenovim sistemom radi absorpcije vode i hraniva.

Razvoj korijenovog sistema i njegova penetracija ovisna je o fizikalnim osobinama tla. Prema ispitivanjima Fehrenbachera i Snidera (1954) na tlu mrvičaste strukture tla, penetracija je bila 210 cm a kod slabo strukturnog tla penetracija je bila 60—70 cm. Težina suhe tvari korijena u prvom primjeru iznosila je po hektaru 2075 kg i to 70,7% otpada na dubinu od 25 cm, 19,5% na dubinu od 25—75 cm, zatim 7,5% na dubinu od 75—108 cm i 2,3% na dubinu od 120—170 cm. U drugom slučaju bilo je nađeno 2437 kg/ha suhe tvari korijena i to: 55,5% na 20 cm, 41,5% od 20—70 cm i 4% od 70—120 cm dubine tla.

Russel i suradnici ispitivali su način absorpcije vode iz tla, njihovi rezultati pokazuju da je korjenov sistem absorbirao vodu na površini neposredno ispod same kućice tj. sadnog mjesta, zatim se absorpcija širi lateralno dok se većina vlage ne iskoristi na toj dubini, kako se razvija korijenov sistem i porast nadzemnog dijela biljke tako i absorpcija vode kasnije ide iz sve dubljih slojeva.

Sličan rezultat dobili su Howe i Rhoades (1950). Pred sjetvu autori su natopili parcelu sa vodom do poljskog kapaciteta tla za vodu. Na dubini od 15 cm biljka je iskoristila 35% raspoložive vode, porast biljke je iznosio 90 cm i to 4. VII. Sva raspoloživa količina vode na toj dubini od 15 cm bila je već iskorištena do 31. VII. a voda na 104 cm bila je iskorištena do 13. X.

Weawer i suradnici (1922) navode da je absorpcija vode i nitrata kod različitih dubina tla u direktnoj korelaciji sa količinom korijenove mase i vremena aktivnosti korijenovog sistema. **Millar** (1930 i 1933) zabilježio je da korijen može absorbirati iz najdubljih slojeva pa i iz zdravice ukoliko su ista prisutna. **Smith** (1946) je dobio signifikantno povećanje prinosa kada je stavio hraniva u zonu zdravice.

Hall i suradnici (1953) upotrijebili su P_2 za studiranje rasprostranjenosti i aktivnosti korijenovog sistema na različitim dubinama i različitim odstojanjima od biljke. Ukoliko je fosforno gnojivo bilo smješteno 7,5 cm u dubinu polovica danog gnojiva bila je iskorištena u vremenu od 7 nedjelja a preko 1/3 u toku cijele vegetacije. Fosforno gnojivo smješteno na dubini od 20 cm iskorištena je bila 1/3, dok je ostala trećina bila korištena na dubini od 33—44 cm. Na temelju ovih podataka autori zaključuju da kukuruz može absorbirati velike količine vode i hraniva, s time da je plitki smještaj hraniva neosnovan izuzev za vrijeme ranog porasta. Prejakim kultiviranjem može doći do oštećenja korjena a time do smanjenja absorpcije hraniva. Hraniva smještena između redova u kasnijim fazama vegetacije nemaju naročito velikog efekta.

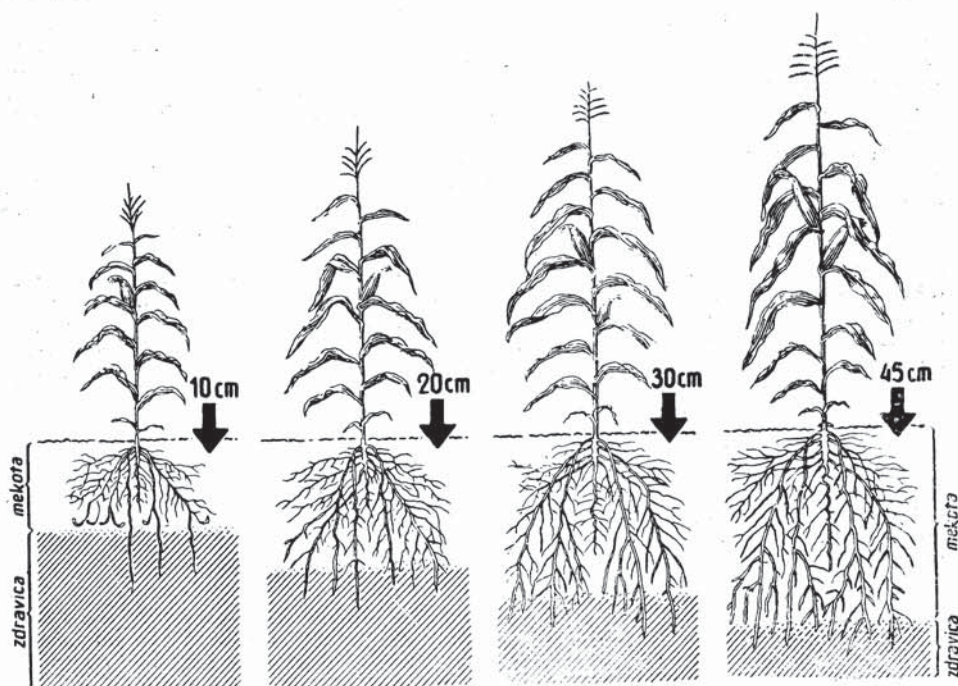
UTJECAJ VLAGE NA KORIJE NOV SISTEM

Poznata je činjenica da ako se korijenov sistem kukuruza razvija pod uslovima niske vlažnosti tla da razvija veći korijenov sistem i da ima znatno veću absorptivnu moć nego ako raste pod optimalnim uvjetima. U sušnim uvjetima lateralni korijenovi su mnogo duži i obilnije je njihovo grananje a tendencija je bržeg okretanja prema dubini.

Izgleda da je sposobnost korijenovog sistema kukuruza da može absorbirati vodu u vlažnoj zoni te istu prenijeti u suhu zonu gdje se razvija većina korijenovog sistema, tako da u toj suhoj zoni mogu biti smještena hraniva i da budu korištena tj. absorbirana. **Volk** (1947) stavio je korijenov sistem u suhu zonu tla do tačke uvenuća a ispod toga je stavio tlo opskrbljeno sa dovoljno vlage. Autor je zabilježio da je jedan dio vlage translociran iz vlažne zone u suhu zonu tla tj. u zonu rasta korijena. Korijenov sistem u zoni suhog tla u stanju je da absorbira kalij i dušik ali vrlo malo ili ništa fosfora. **Hunter i Kelley** (1946) uzgajali su kukuruz u loncu napunjen sa vlažnim tlom, a okolo su stavili suho tlo ispod tačke uvenuća sa markiranim fosfornim gnojivom. Korijen je penetrirao u suhi sloj tla ali nije bilo primijećeno u biljci fosfora P_2 koji je bio smješten u suhom sloju tla.

Intenzitet razvoja korijenovog sistema mnogo ovisi o fizikalnim i kemijskim osobinama tla. Pokazalo se da je grananje korijenovog sistema kao i rast i obnavljanje korijenovih dlačica najintenzivnije u onim slojevima tla gdje ima dovoljno hraniva, vode i zraka. S obzirom da je sloj tla od 20—30 cm najbogatiji hranivima povoljna aeracija a i dovoljno vode to je i najveća korijenova masa izgrađena u tome horizontu. Posebno se treba istaći visoke zahtjeve korijenovog sistema ku-

kuruza za aeracijom tla, što se objašnjava energičnim disanjem. Pokusima je utvrđeno što je intenzivnije disanje to je porast korijenova intenzivniji a time je i absorpcija hraniva veća. Najintenzivnija absorpcija hraniva i vode je u vegetacionom razdoblju neposredno prije izbijanja metlice i u fazi same oplodnje. U ovome razdoblju intenzivnog porasta biljke korijenov sistem dnevno troši za porast nadzemnog dijela biljke i do 3 litre vode. Ukoliko je tlo slabo pozračeno, dolazi uslijed pomanjkanja kisika do oslabljenog disanja korijena i relativno visoke koncentracije CO₂ a to je najčešće uzrok slabijeg porasta biljke. U teškim i zbijenim tlama uslijed slabe aeracije dolazi do smanjene aktivnosti mikroorga, nizama a time i do smanjene absorpcije hraniva od strane korijenova. Na takvim zemljištima gotovo 90 i više procenata razvije se korijenove mase u oraničnom sloju. **Petinov S. N. i Kochunova M. K.** ispitivali su ulogu korijenovog sistema na produktivnost lisnog aparata kod navodnjavanja kukuruza. Rezultati pokusa pokazali su da je kod optimalne opskrbljenosti tla sa vodom i hranivima povećala absorpcijsku moć i kapacitet korijenovog sistema i došlo je do produženja trajanja njegovog fiziološkog aktivnog perioda. U nadzemnim dijelovima biljke nađeno je 2—5 puta više biljnih hraniva nego kod negnojeno i nenavodnjavanog pokusa.



Sl. 5.

Utjecaj dubine oraničnog sloja na razvoj korijenovog sistema i prinosa (prema Tretjakovu i Galickii)

Iz ovih kao i ostalih podataka drugih autora proizlazi da korijenov sistem ima znatnu ulogu u formiranju maksimalnog proizvodnog kapaciteta biljke, a da zato nije potreban veliki temeljni prostor, ukoliko su voda i hraniva u toku vegetacije u optimumu.

Krant, B. H. i dr. navodi da variranja u razvoju korijenovog sistema nisu velika u odnosu na tlo i na gustoću sklopa biljaka. Rezultati ispitivanja ukazuju da je biljka apsorbirala u prosjeku 22% fosfora na dubini od 32 cm svega 14% na 45 cm širine. Na jednom ilovastom tlu biljka kukuruza apsorbirala je na dubini

od 8 cm 10% fosforne kiseline. Ako je udaljenost hraniva od biljke bila 15 cm bilo je apsorbirano 14%, a na udaljenosti od 30 cm 24% dok na udaljenosti od 42 cm apsorbirano je 22% a na 60 cm apsorbirano je svega 15% a na udaljenosti od biljke 75 cm apsorbirano je svega 5%. Ovi rezultati ukazuju da kod obilne ishrane biljka nema potrebe da razvije korijenje široko.

Na razvoj korijenovog sistema ima utjecaj i dubina sjetve kako to pokazuju podaci B. I. Zalotava i suradnika.

Datum sjetve	Broj nodijalnih korijenova 1 biljke			Ukupna dužina korijena 1 biljke u cm		
	Dubina sjetve u cm					
1958. god.	4—5	6—8	8—10	4—5	6—8	8—10
20. IV.	4,7	3,7	3,2	—	—	—
10. V.	3,5	2,2	1,3	—	—	—
25. V.	5,5	5,9	5,1	—	—	—
1959. god.						
10. IV.	2,2	1,4	1,1	—	—	—
20. IV.	4,4	4,3	3,7	20,5	20,3	14,5
30. IV.	6,3	6,0	6,1	30,2	27,1	31,4
10. V.	7,6	7,1	7,5	31,1	37,2	42,4
1960. god.						
10. IV.	6,8	5,2	4,1	31,3	22,8	18,4
6. V.	5,3	5,2	5,3	32,3	31,8	30,6
21. V.	4,6	4,3	4,4	23,5	24,4	24,2

Iz predočenih podataka u tabeli vidi se da se kod sjetve u ranijim rokovima, korijenov sistem brže formira na dubini od 4—5 cm, dok se kod dublje sjetve 8—10 cm smanjuje intenzitet formiranja korijena. Kod kasnijih rokova sjetve nema bitnih razlika u intenzivnosti razvoja korijenovog sistema s obzirom na dubinu sjetve.

Razvoj korjenovog sistema je nasljedna osobina pojedinih sorata i hibrida, međutim dosadašnji rezultati ispitivanja intenziteta rasta i apsorpcijske moći korijenovog sistema kod kukuruza pokazuju da se pojedinim agrotehničkim zahvatima može znatno utjecati na apsorpcijsku moć i razvijenost korjenova sistema a time i konačnom cilju osiguravajući putem tako snažno razvijenog korjenovog sistema visoke i stabilne ekonomski opravdane prinose.

UTJECAJ AGROTEHNIČKIH ZAHVATA NA RAZVOJ KORIJEVOG SISTEMA

Studija korjenovog sistema kukuruza jasno ukazuje na određene zahtjeve pojedinih agrotehničkih mjera u toku vegetacije. Za normalni razvoj korjenovog sistema i maksimalni intenzitet apsorpcije hraniva potrebno je osigurati dobro drenirano — rahlo tlo, koje će pružiti što je moguće manji mehanički otpor razvoju korijena. Lawton (1945) je na osnovu pokusa zaključio da je zbijenost tla tj. smanjenjem zračnog prostora u tlu došlo do smanjenog intenziteta apsorpcije hraniva i to ovim redoslijedom K-Ca-Mg-N i P. Međutim kod povoljnog prozračivanja tla došlo je do povećanog intenziteta apsorpcija hraniva i to K-N-Ca-Mg i P. Kod slabo aeriranih tala zapaža se vrlo slaba apsorpcija kalija iako ga tlo sadrži u relativno velikim količinama slobodnog tj. lako zamjenljivog. Prema tome proizlazi da je osnovni zadatak izvršiti dobru osnovnu obradu tla koja će omogućiti nesmetani razvoj korjena. Ako je tlo dobro pripremljeno pred sjetvu glavni zadatak kultiviranja u toku vegetacije je čuvati od površinske zbijenosti tla tj. održavati ga u stanju poroznosti.

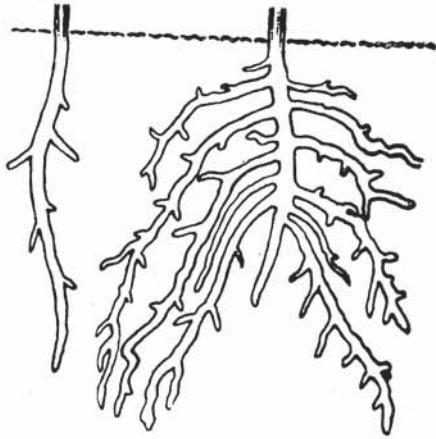
Prva kultivacija obično se podudara sa razvojem 4—5 lista. U toj fazi razvoja razvijen je lateralni klicin korjenov sistem. Nodijalno korijenje je tek u razvoju i dosiže u širinu od stabljike do 15 cm. Prema tome prihranjivanja sa N-gnojivima ili kombiniranim NPK gnojivima i kultiviranje na dubini 8—10 cm s time da se kultivatorima ne približuje biljci više od 15—20 cm.

Od N-gnojiva u ovoj fazi bolje je upotrijebiti nitratni oblik. Dosadašnja ispitivanja o utjecaju temperature na absorpciju nitratnog i amonijskog dušika po korijenovom sistemu kod kukuruza pokazuje da je ispod 18° C i iznad 44° C korijen lakše apsorbirao nitratni dušik nego amonijski dok se je amonijski dušik brže apsorbirao kod temperatura između 18—44° C. Prihranjivanje u toj fazi znatno utječe na brzinu razvoja korijena (sl. 7).

Druga kultivacija i prihranjivanje obavlja se kada je formirano 6—8 listova. U toj fazi razvoja razvijene su tri etaže nodijalnih korijenova čiji porast u širini od stabljike iznosi oko 30 cm. Dubina drugog kultiviranja je manja od prve kultivacije i ne treba preći dubinu veću od 10 cm s time da odstojanje od biljke bude 20 cm.

Dodavanje N-hraniva u toj fazi razvoja znatno utječe na razvoj ostalih etaža korijenovog sistema a time i na brzinu razvoja nadzemnog dijela biljke.

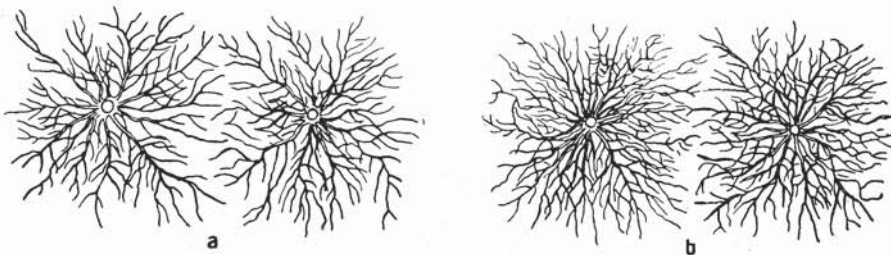
Treću kultivaciju treba provesti kada se razvije 8—10 listova. U ovoj fazi biljka je razvila oko pet etaža nodijalnih korijenova. Ova kultivacija ne smije biti dublja od 6 cm da se i N-gnojiva unose na ovu dubinu. Zaštitna zona od stabljike mora biti 20—30 cm. Dublja kultiviranja dovode do oštećenja korijenovog sistema



Sl. 6.
Grananje korijena poslije kultivacije
(prema Tretjakovu i Galickii)

(sl. 6.) što dovodi do smanjene absorpcijske moći korijena i smanjenog intenziteta porasta nadzemnog dijela biljke koji je upravo u toj fazi porasta najintenzivniji.

Duboka kultivacija može smanjiti prinose iznad 10%. Na težim i zbijenijim tlima potrebno je vršiti veći broj kultiviranja makar ona bila i plitka sa unošenjem



Sl. 7.
Kultiviranje u fazi razvoja 3—4 lista na razvoj korijena.
(prema Tretjakovu i Galickii)
a) bez prihranjivanja b) sa prihranjivanjem

većih količina N-gnojiva i to radi nepovoljnih uvjeta za rast korijena. U vlažnijim rajonima uputno je izvršiti mala nagrtanja kukuruza radi mogućnosti dovođenja u absorpcijsku funkcionalnost i zračnog nodijalnog korijenovog sistema. Isto tako

malo nagrtanje uputno je provesti kod gušćih sklopova biljaka, kao i u slučajevima gdje nije moguće deponatorima unijeti N-gnojivo u dubinu kod trećeg prihranjivanja. Ovakvim zahvatom omogućuje se brže i efikasnije iskorištenje dušičnih gnojiva, jer za absorpciju N-gnojiva potrebna je znatno manja količina vode u tlu nego je to slučaj za ostala hraniva. Rezultati dosadašnjih ispitivanja (Richards i Wadleigh 1952) ukazuju da je intenzitet rasta biljke ograničen vlažnošću tla. Biljka teži da akumulira dušik i kod manje vlažnosti tla, a brzina njegove absorpcije usklađena je sa smanjenom brzinom porasta biljke. Ovi rezultati ispitivanja ukazuju da je kod treće kultivacije i unošenje N hraniva potrebno iako je u to vrijeme sušni period jer će dušik koristiti proporcionalnom porastu biljke, a može znatno pridonijeti postizavanju visokih prinosa kukuruza.

LITERATURA

1. H. N. TRETJAKOV: »Kornevaja sistema kukuruza i agrotehnika kukuruza«. No 1 — 1962.
2. H. N. TRETJAKOV: Morfologija kukuruza — izdanje Moskovskog Univerziteta 1962.
3. B. I. ZOLOTOV; B. I. GRINEV; M. A. FENIN: Razvitie kornevoi sistemi kukuruza na černozemah — Kukuza No 2 — 1962.
4. Weihing R. M.: J. Am. Soc. Agron. 27, 526—537 — 1935.
5. FEHEENBACHER J. B. — SNIDER N. J.: Soil Sci. 77 — 281—291.
6. RUSSEL, M. B.; BAIR, R. A.; DAVIS, F. E.: J. Am. Soc. Agron. 32, 922—930 — 1940.
7. HOWE, O. W.—RHOADES N, F.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19, 214—218 — 1955.
8. WEAWER, J. E. CRIST, J. W. — JEAN, F. C.: Carnegie Inst. Wash. Publ. 316 — 1922.
9. HALL, N. S.; ANDERSON, J. N.; CHANDLER, W. V.: North Carolina Agr. Exp. Sta. Teh. Bull 101, 1953.
10. VOLK, G. M.: Journal Am. Soc. Agron. 39, 93—106, 1947.
11. MILLAR, C. E.: Journal Am. Soc. Agr. 22 i 25 — 1930, 1933.
12. HUNTER, A. S.; KELLEY, O. J.: Plant Physiology 21 445—451, 1946.
13. KRANTZ, B. A.; NELSON, W. L.; WELCH, C. D.; HALL, N. S.: Soil Sci. 68, 171—177, 1949.
14. PETINOV, N. S. — KORSHUNOVA, K. M.: Role of root system in productivity of the leaf Apparatus in irrigated corn. Fiziologia Rasteny (Plant Physiology) Vol. 4 No 4 — 1957.
15. Lawton, K.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10, 263—268, 1945.