

Dr. JOSIP GOTLIN, docent
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

Način i upotreba mineralnih gnojiva kod kukuruza

UVOD

U biljnoj proizvodnji općenito je poznato, da je vrlo teško sve faktore rasta držati potpuno konstantnim. Isto tako je poznato da postoji uzajamno djelovanje između različitih faktora na porast biljke. Tako na primjer, količina datih hranjiva, koja su potrebna za visoki prinos nije konstantna, već ona varira, jer zavisi i o drugim faktorima, kao što je gustoća sklopa, količina raspoložive vode za dotičnu kulturu, napad od bolesti i štetnika, te zavisi konačno i o genetskoj konstituciji same biljke. Ako mi stvarno želimo postići visoku proizvodnju, možda čak i maksimalnu, dužni smo ispitati sve faktore, te otkriti njihovo djelovanje u kombiniranim zahtjevima. Iz svega ovoga vidi se, da taj problem nije tako jednostavan, već vrlo kompliciran.

Naš zadatak je razviti agrotehniku, dati hibrid, koji će se prilagoditi postojećim klimatskim faktorima, i to po mogućnosti, na što različitijim klimatskim područjima. S druge strane, moramo nastojati uskladiti sve pristupačne faktore rasta putem agrotehlike, da se po mogućnosti što više približe optimumu za vrijeme vegetacijske sezone rasta i time postignu što veći prinosi.

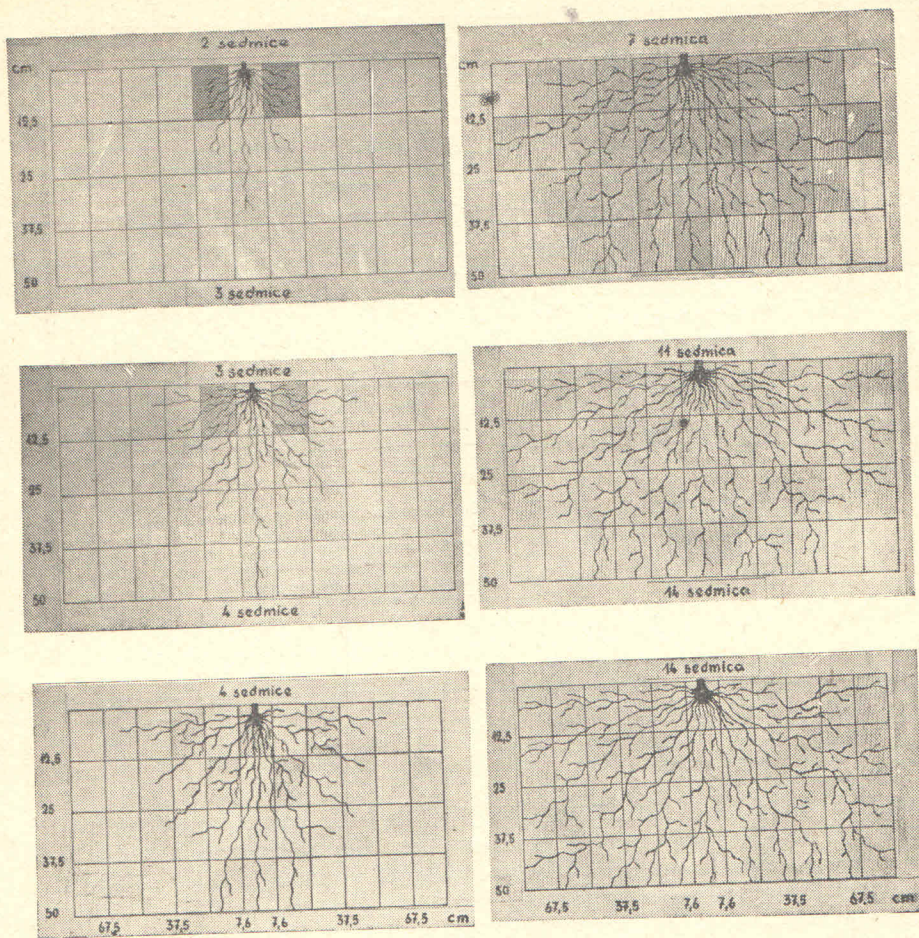
U ovoj radnji prikazat ćemo samo neke osnovne principe o načinu i upotrebi mineralnih gnojiva kod kukuruza. Da bi mogli što bolje shvatiti pojedine agrotehničke zahvate i načine upotrebe gnojiva, potrebno je detaljno poznavati — kako razvoj korjenovog sistema — tako i nadzemne vegetativne i generativne organe biljke kukuruza.

KORJENOV SISTEM KOD KUKURUZA

Da bi nam bila jasna predodžba o potrebi duboke primjene mineralnih gnojiva, i to kako fosfornih i kalijevih, tako djelomično i dušičnih gnojiva, neophodno je potrebno poznavati razvitak korjenovog sistema kod kukuruza u glavnim fazama razvoja.

Kukuruz ima obično končast korjenov sistem, koji se djelomično širi u širinu, a djelomično penetrira u dubinu. Kod uobičajene sjetve na dubinu od 5—7 cm, sa razmakom redova od 70—80 cm, kukuruz, nakon 5 nedjelja poslije sjetve, razvije seminalno i adventivno korijenje ispod površine tla, na dubinu od oko 30—40 cm. U to vrijeme razvije se oko 10—15 korjenova prosječne debljine od oko 1,5 mm. U širinu korjenovi su rasli od 3—10 cm, a korjenove dlačice po svojoj veličini u znatnoj mjeri variraju, i to od 1 do 10 cm.

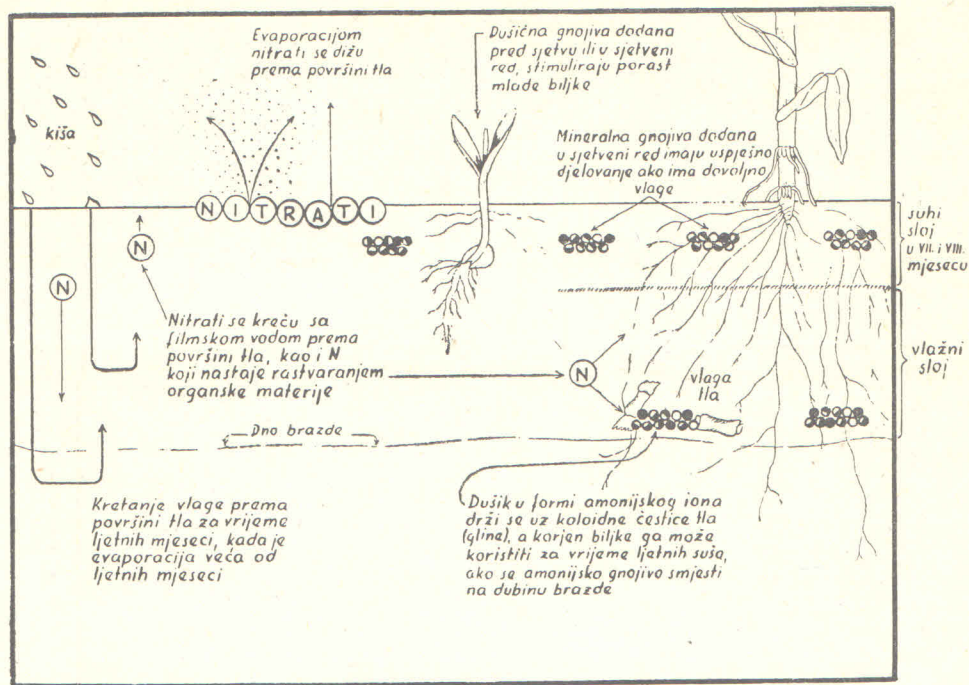
Kada biljka postigne uzrast otprilike oko 12 listova, a to je do dva mjeseca poslije sjetve, u tom razdoblju porasta dolazi do lateralnog širenja ko-



Sematski prikaz razvoja korjenovog sistema kukuruza i relativno iskorištenje fosfora (P-32) iz tla po N. S. Hall-u i surad.

rjenove mreže, te se može razviti u širinu i do 130 cm od stabljike. Jedan dio novo poraslog korjenovog sistema i dalje penetrira u dubinu, što ovisi o fizikalnim svojstvima tla, tako da ta penetracija u to vrijeme može iznositi od 70—150 cm. U toj fazi rasta postoji zapravo glavno lateralno i glavno vertikalno korijenje, koje se uzajamno po svojim fiziološkim funkcijama nadopunjuje. U toj fazi razvoja dnevni porast u vertikalnom pravcu dostiže i do 5 mm.

Kod završene vegetacije kukuruza, t. j. kad biljka postigne visinu i potpuno razvijeni klip u voštanoj zriobi, korjenov sistem je potpuno razvijen. Lateralni korjenov sistem se u tom vremenskom razdoblju, t. j. od razvoja 12 listova, pa do zriobe, neznatno povećao. Najveća masa lateralnog korjenovog sistema nalazi se od 30—60 cm ispod površine tla, dok penetracija korje-



na ide u prosjeku do oko 130 cm. Oko 5 m³ tla bude isprepletano korjenovom mrežom za apsorpciju vode i hranjiva. Onaj dio korjenovog sistema, koji penetrira u dubinu, potječe od čvora najdonjeg internodija iznad zemlje. Ovi korjenovi su presvučeni posebnom sluzavom supstancom, koja ih štiti od sušenja, tako da je njihova funkcija dvostruka, pričvršćivanje i apsorpcija. Ako se sumira gornje izlaganje vidimo, da se plići sloj korjenovog sistema (glavno lateralno korijenje) u potpunosti razvije u sredini vegetacijskog perioda, dok se glavni vertikalni korjenov sistem razvija sve do zriobe biljke.

Ovako razmotren korjenov sistem kod kukuruza pokazuje nam, zašto je potreban dublji smještaj hranjiva, a s druge strane upućuje nas na način njege u toku vegetacije. Ako je tlo pred sjetvu dobro pripravljeno, glavni je zadatak kultiviranja — čuvati usjev od zakorovljenja, spriječiti stvaranje porice na površini tla i održati tlo u stanju poroznosti, da može primiti oborine tokom vegetacije.

Površinsko rasprostranjivanje korjenovog sistema, pokazuje nam, da dublja kultiviranja mogu samo štetno djelovati na prirodu i smanjiti ga čak i do 10%.

Razvoj korjenovog sistema je nasljedno svojstvo pojedinih sorata i hibrida, te se i na to svojstvo korjenovog sistema treba naročito paziti kod odabiranja pojedinih hibrida, t. j. da imaju dovoljno jako razvijen korjenov sistem.

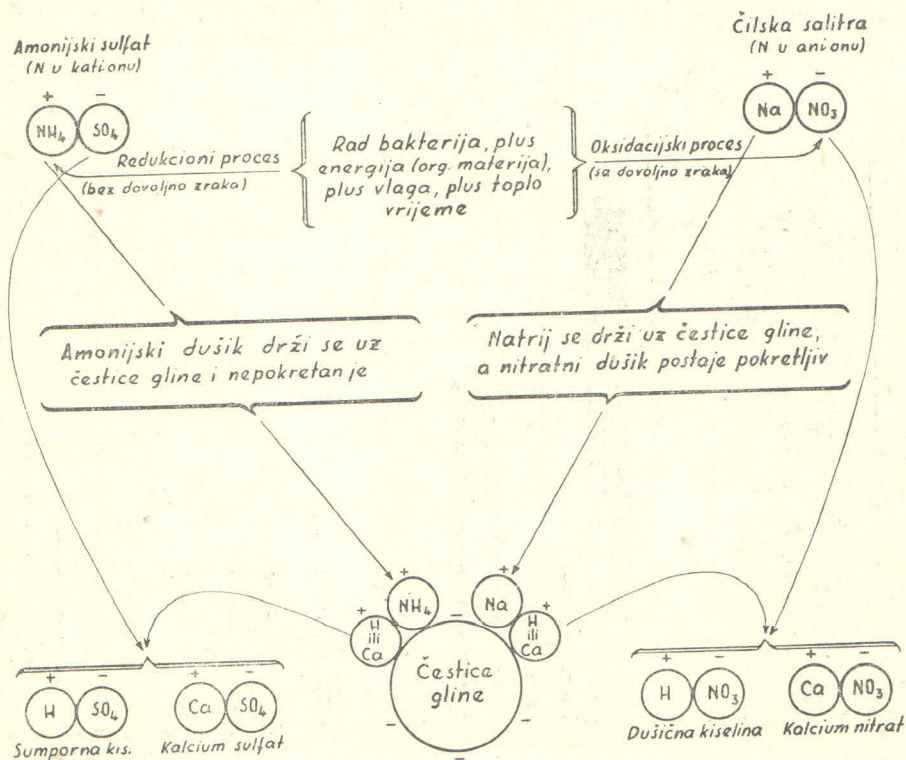
AKTIVNOST KORJENOVOG SISTEMA

Na slici je prikazan razvoj korjenovog sistema i apsorpcija radioaktivnog fosfora (P32) prema ispitivanjima B. A. Krantza i suradnika.

Mjerenjem radioaktivnog fosfora pokazalo se, da prve tri sedmice korijen raste vrlo brzo, i to gotovo podjednako u dubinu i širinu. Dvanaest dana poslije sjetve opseg korjenove mreže iznosio je 30 cm u širinu i 20 cm u dubinu. Nakon tri sedmice korijen je dostigao širinu i dubinu od 45 cm, a nakon 4 sedmice opseg korjena iznosio je u dubinu i širinu preko 60 cm. Ovo se odnosi na najizduženije pojedine korjenove, što opet znatno ovisi o fizikalnim svojstvima tla.

Međutim, variranja u razvoju korjenovog sistema nisu velika u odnosu na tlo i na gustoću sklopa biljaka. Rezultati ispitivanja pokazali su, da biljka u prosjeku uzima 22% apsorbiranog fosfora za oko 32 cm dubine, a 14% za 45 cm širine. Na ilovastom tlu biljka je apsorbirala na dubinama od 8 cm 30%, 20 cm 37%, na 32 cm 23%, a na 45 cm 10% fosfora. Nadalje, ako je udaljenost od biljke iznosila 0 cm, biljka je apsorbirala 14% na 15 cm, 24% na 30 cm, 22% na 42 cm, a na 60 cm 15%, zatim na udaljenosti od biljke od 75 cm 5%.

Ovi rezultati potvrđuju i rezultate, koji su dobiveni kod nas, da dubina brazde, kao i smještaj gnojiva za kukuruz ne treba prelaziti iznad 35 cm.

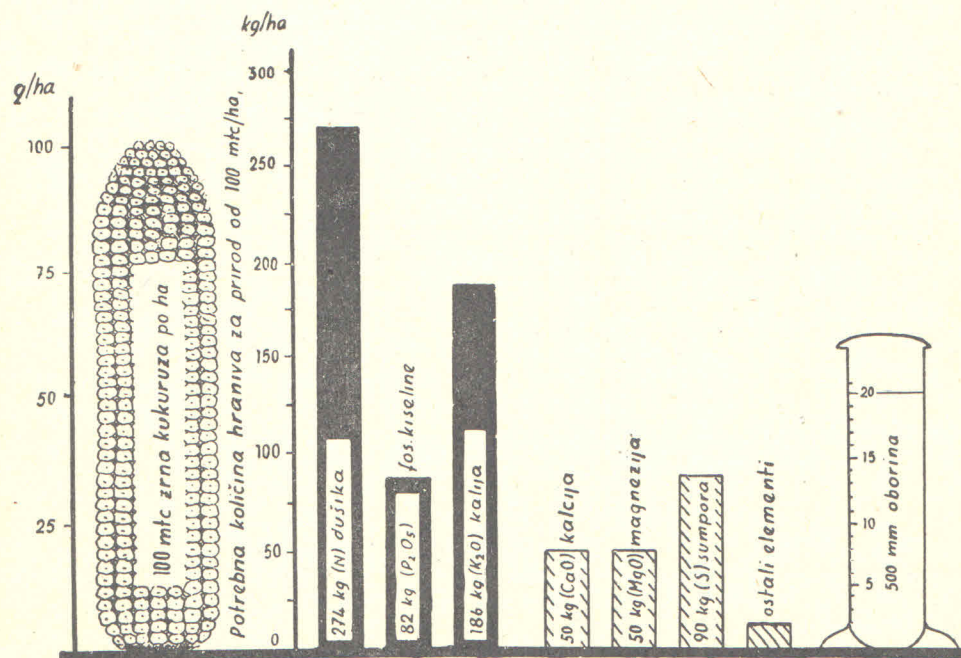


OSNOVNI PRINCIPI UPOTREBE MINERALNIH GNOJIVA KOD KUKURUZA

Osnovna mineralna gnojiva, koja su u širokoj praksi najrasprostranjenija, jesu dušična, fosforna i kalijeva. Ova se gnojiva smatraju kao glavni faktori u pogledu postizavanja visokih priroda kukuruza, dodavana u određenom omjeru i pogodnim oblicima, za odgovarajući hibrid ili sortu, te gustoću sklopa. Djelovanje ovih gnojiva može biti potpuno samo onda, ako su i svi ostali faktori potrebni za rast biljke kukuruza usklađeni, od kojih treba posebno istaknuti vodu, koja mora biti u skladu sa dodanim gnojivima.

Da bi dobili što jasniju predodžbu o apsorpciji osnovnih mineralnih hranjiva, kao što su N, P i K kod kukuruza, potrebno je istaknuti slijedeće momente: a) Maksimalna dnevna proizvodnja suhe tvari je po jedinici površine postignuta kod većine hibrida neposredno iza metličanja, kako je to istaknuto u diagramima i tabeli 1 kod ispitivanog hibrida, te da je do metličanja porast suhe tvari u vegetativnim dijelovima u stalnom porastu, b) U isto vrijeme kada je postignuta najveća količina suhe tvari, najveća je i apsorpcija fosfora i dušika, t. j. intenzitet apsorpcije je gotovo podjednak, kao i kod relativno optimalne gnojidbe, što je vidljivo iz priloženih dijagrama. c) Apсорpcija kalija nije identična sa apсорpcijom N i P, maksimalne granične vrijednosti za apсорpciju kalija postignute su znatno ranije, u odnosu na N i P. Najveća vrijednost za kalij dobivena je krajem jula ili početkom augusta, koja se zatim smanjuje i potreba na kaliju postaje sve manja.

Na temelju navedenih činjenica vidi se, da je za postizavanje rentabilnih visokih priroda potrebno poznavati način i vrijeme upotrebe pojedinih mineralnih gnojiva.



VRIJEME I NAČIN PRIMJENE DUŠICNIH, FOSFORNIH I KALIJEVIH GNOJIVA

U našoj praksi danas se upotrebljavaju uglavnom dvije forme dušika, i to nitratni i amonijski.

Nitratni dušik sadržan je u čilskoj salitri ili kao kalcijski nitrat. Kalcijski nitrat je naročito pogodno dušično gnojivo na težim tlima, jer se kod rastvaranja stvara kisik, koji je neophodno potreban za uspješan i aktivan rad korjenovog sistema. Isto tako je to gnojivo vrlo dobro, i preporučuje se za prihranjivanje usjeva tokom vegetacije.

Druga forma dušika je kalcijsko- amonijska salitra, koja sadrži 50% nitratnog i 50% amonijskog dušika. Poznato je, da se dušik ne zadržava duže vremena u tlu, kao što je to slučaj sa fosforom i kalijem, već se kreće sa zemljišnom vlagom, pa prema tome može biti ispran iz tla za vrijeme većih oborina, ili za vrijeme suše, kad se on kreće prema površini. Između ostalih formi, potrebno je spomenuti još dušik u formi amonijskog sulfata, zatim u amonijskoj formi dolazi još u cijanamidu. Dušik u amonijskoj formi zadržava se u teškim tlima tako dugo, dok se tlo ne zagrije, a uz povoljnu aeraciju i mikrobiološku aktivnost on brzo prelazi u nitratni oblik i postaje tako pokretljiv. Međutim, biljke su u stanju da koriste obje forme dušika. Ako su nam poznate ove činjenice, onda nam se nužno nameće pitanje, kada i kako je najefikasnije primijeniti dušična gnojiva, da postignemo najveći koeficijent iskorišćenja kod kulture kukuruza.

Rezultati dosadašnjih pokusa, koji su vrlo brojni, ukazuju nam, da dosadašnja, uobičajna metoda sa zaoravanjem čitave količine dušika nije dala pozitivne rezultate. Naprotiv, ako se pred sjetvu zaoru veće količine dušika možemo dobiti i negativne rezultate, t. j. smanjen prirod.

Dosadašnji rezultati pokusa za postizavanje visokih priroda dokazali su, da je kod većih količina upotrebe dušičnih gnojiva potrebno zaorati pod brazdu od 30 pa čak i do 50% gnojiva u amonijskoj formi i to na srednje teškim tlima. Ostatak, koji se sastoji od $\frac{1}{3}$ dušičnih gnojiva, pokazalo se je da je najbolje i najekonomičnije zatanjurati pred samu sjetvu. U humidnom području uputno je upotrebiti kalcijsko amonijsku salitru, jer smo time dodali dovoljnu količinu nitrata, koji je lako usvojiv za biljku, što je naročito važno za brzi razvoj, neposredno nakon nicanja. Obzirom da je to vremenski razdoblje s relativno niskim temperaturama i velikim količinama oborina, amonijska forma dušika bit će vezana, a čim nastupe topli dani, oni prelaze u nitratni oblik, a biljka ih vrlo brzo i lako usvaja. Najbolji rezultati mogu se postići, ako se gnojiva stave sa strane sjemena ili ispod sjemena.

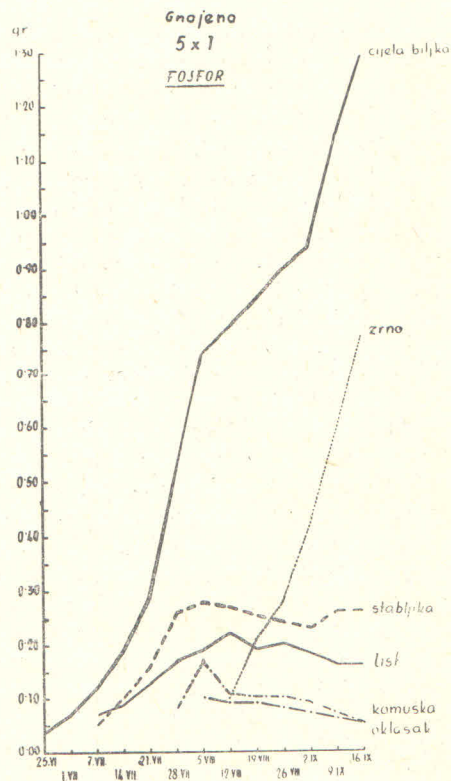
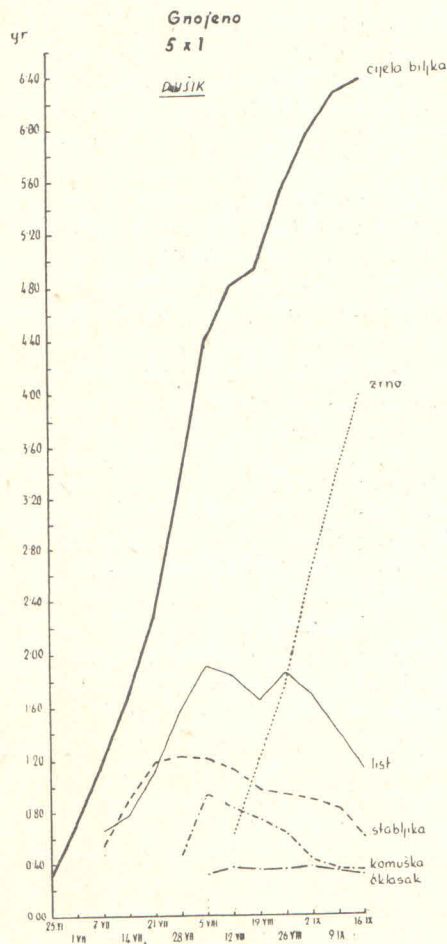
Danas se sve više preporučuje, a naročito na težim tlima, deponiranje mineralna gnojiva — gnojiva na dno brazde, jer su pokusi pokazali da takav način primjene mineralnih gnojiva ima prednost pred načinom, koji se dosada upotrebljavao, a to je razbacivanje gnojiva po površini, pa ga zatim zaoravati. Rezultati pokusa pokazali su, da je naročito za vrijeme sušnih godina, kada je bila upotrebljena veća količina gnojiva, koja je bila smještena u trake pod brazdu imala znatno veću vrijednost, nego razbacivanje gnojiva, koje se je poslije zaoravalo.

Kod zaoravanja gnojiva dolazi do većih gubitaka zato, što se relativno mala količina gnojiva miješa s velikom količinom tla. Tako na pr. dubina brazde oko 20 cm ima težinu po 1 ha oko 3,000.000 kg. Kod takvog omjera

tla i gnojiva a naročito to vrijedi za fosforno gnojivo, gdje dolazi do znatnog smanjenja raspoloživog fosfora, koji se ovim načinom znatno veže sa tlom u forme, koje nisu neposredno pristupačne za ishranu biljke. Međutim, smještajem gnojiva u trake na dno brazde, fosfor je lokaliziran, te na taj način dolazi do daleko manjih količina onog fosfora, koji se veže s tlom i postaje nekorišćen po biljci u toku vegetacije. Ovim načinom moguće je, i sa relativnom manjom količinom fosfornih gnojiva, postići povoljan efekat na porast biljke i prirodu, što više pokazalo se, da količina ušteđenog gnojiva može iznositi i do 50%, ako se gnojivo stavlja u trake pod brazdu.

Ovaj način primjene gnojiva može se upotrebiti za sva ostala gnojiva, a ne samo za fosforna. To vrijedi za kalijeva i dušična gnojiva, ali samo u amonijskoj formi.

Prednost primjene gnojiva u trake pod brazdu, pored gore navedenog ekonomskog efekta, ima prednost nad površinskim razbacivanjem gnojiva i



u slijedećem. Ako je tlo suho, t. j. ako dolazi do pomanjkanja vlage u tlu, u ono vrijeme kada kukuruz treba postići maksimum porasta, a to je u glavnom period od metličanja do mliječne zriobe, korijenje biljke ne može uzeti dovoljne količine dušika, fosfora i kalija iz tla, kada su ova gnojiva smještena na površinskom horizontu, ili u brazdi na oko 10 cm. Ovakav površinski smještaj gnojiva pomaže kukuruzu samo u njegovom početnom razvoju, kada ima dovoljno vlage, a to je obično konac svibnja i početak lipnja. Međutim, kada dođe suša, što je obično u srpnju i kolovozu, fosfor i kalij ostaju u tlu na onom mjestu gdje smo ih smjestili, a njihova pokretljivost je gotovo neznatna, dok se dušik u formi nitrata (vidi priloženi diagram), kreće prema površini. Posljedica takvog kretanja nitrata, kao i plitki smještaj fosfornih i kalijevih gnojiva jest, da su sva ta hranjiva izvan dohvata korjenovog sistema, koji raste u dubinu tražeći potrebnu vlagu. Ako sušni period potraje nešto duže, gotovo se svi nitrati kreću, uslijed evapotranspiracije, prema gore kapilarnim sistemom tla, s filmskom vodom, te se tako akumuliraju na površini tla stvarajući pokoricu i ostaju neiskorišteni za biljku, kada ih ona najviše treba. Međutim, ako padne i malo kiše ona će opet pokrenuti te površinske nitrata natrag u dublje horizonte tla, gdje će ih ponovno iskoristiti korjenov sistem, ali to korištenje ne pada u vrijeme, kada biljka ima najveću potrebu za tim hranivima.

U tu svrhu najbolje je upotrebiti dušična gnojiva u amonijskoj formi, kao što je amonijski sulfat, a isto djelovanje imati će i cijanamid. Svakako je uputno ta dušična gnojiva zaorati sa organskom materijom, t. j. stajskim gnojem. U to mslučaju, mnogo se više dušika zadržava u određenim dubinama tla u amonijskoj formi, koji se veže u tlu i postaje slabo pokretan u odnosu na dušik u nitratnoj formi. Isto se tako pokazalo, da i metoda dodavanja dušika i ostalih hranjiva (P i K) sa strane redova u sušnoj godini, nije našla svoje opravdanje, jer se tom metodom gnojiva ne mogu smjestiti dovoljno duboko, da budu pristupačna korjenovoj mreži u sušnom periodu, kada je, redovito, potreba na tim hranjivima povećana uslijed maksimalnog porasta nadzemnih dijelova biljke. Prema tome možemo zaključiti, da je dublji smještaj hranjiva, i to fosfora, kalija, kao i jednog dijela dušika, i to u trake pod brazdu, znatno efikasniji i ekonomičniji, nad nitratnim.

U diagramima se jasno vidi, da je za uspješan porast usjeva kukuruza potrebno primjenjivati dušična gnojiva u dublje slojeve, i to uglavnom u formi amonijskih gnojiva, čiji se ion veže uz koloidne čestice tla (glina), koja korijen biljke može koristiti za vrijeme ljetnih suša, kada se zapravo stvara najveća količina suhe tvari. Ovim načinom, i sa manjom količinom gnojiva, možemo utjecati na brzi početni razvoj biljke. Ako detaljno razmotrimo diagram apsorpcije dušika zapaziti ćemo, da krivulja u početnoj fazi razvoja, a to je prvih 30 dana nakon nicanja, te u drugoj fazi rasta, 30—60 dana nakon nicanja, poprima liniju pravca, a to znači, da su u to vrijeme potrebne najveće količine gnojiva. Naime ako postignemo, da nam usjev bude u prve dvije faze rasta u optimalnom razvoju, onda će suša i ostali nepovoljni faktori znatno manje utjecati na smanjenje prinosa. Da se to postigne potrebno je kukuruz prihranjivati kad poraste do visine od 30 cm bilo sa kalcijsko-nitratnim dušikom, ili ako toga nema, sa kalcijsko-amonijskim dušikom. Drugo prihranjivanje usjeva dolazi, kada je usjev porastao oko 1 m, a treće prihranjivanje neposredno pred izbijanje metlice. Treće prihranjivanje je naročito važno za oplodnju, jer u vrijeme oplodnje biljka postiže najveću masu,

te se uslijed toga pojavljuje velika potreba za dušikom, koji je neophodno potreban kod formiranja zrna. Ako se pogleda diagram za apsorpciju dušika, vidi se, da se u glavnom, iz svih dijelova biljke dušik kreće u klip sve od potpunog formiranja zrna, pa do pune voštane, odnosno fiziološke zriobe. Ovakvim načinom prihranjivanja koeficijent iskorišćenja je vrlo visok i prema nekim autorima kreće se između 80—90%.

Premda su klimatski uvjeti glavni faktor, koji uvjetuje primjenu i količinu dušičnih gnojiva, ipak dušik ima 60% udjela u povećanju priroda kukuruza, a zatim dolazi kalij pa fosforna kiselina. Uz ovakav način primjene visoki prinosi zrna mogu se postići sa 130—140 kg N, a to je 650—700 kg 20% dušičnih gnojiva. U ovim granicama kreće se i ekonomska opravdanost u odnosu na prirod i koeficijent iskorišćenja. Prihranjivanje treba vršiti kad je tlo dovoljno opskrbljeno vlagom, a poslije treba izvršiti prašenje ili okapanje usjeva. Ovakva norma je dovoljna, ukoliko se ne radi o tlu koje je siromašno na humusu, te da se i sadržina dušika ne nalazi u velikom deficitu.

Sto se tiče intenziteta gnojenja sa dušikom, većina dosadašnjih pokusa je dokazala, da se ta količina kreće od 100—160 kg N po hektaru, i to se može smatrati optimalnim, a ujedno i rentabilnim.

Prema dosada iznesenim podacima, u pogledu pitanja upotrebe dušičnih gnojiva, možemo zaključno spomenuti slijedeće:

1. Dosadašnjom uobičajenom konvencionalnom metodom primjene dušičnih gnojiva, ne daju ekonomski opravdano za povećanje priroda.

2. Zaoravanje dušika u punoj količini nije dalo povoljne rezultate, kao što se to može postići dodavanjem dušičnih gnojiva sa strane sijaćih redova, ili ispod sjemena, ili deponiranjem na dno brazde. Imajući u vidu ove prednosti, kod nas bi već sada trebalo voditi računa o posebnim strojevima za takav smještaj gnojiva.

3. Najbolji rezultati, obzirom na povećanje priroda, dobiveni su, ako je dušik bio dodavan sa strane redova, i na dno brazde i to u dva do tri navrata poslije nicanja, zatim kad biljka, odnosno usjev dosegne visinu oko 30—40 cm, i treće dodavanje dušika, kada usjev dostigne visinu od oko 1 m.

4. Pokusima i u praksi pokazalo se, da može lako doći do sprečavanja brzog porasta u prvoj fazi razvoja, t. j. nakon nicanja, ako se odjedamput stavi sva količina dušičnih gnojiva, i to u gornji sloj oranice.

5. Kod zaoravanja leguminoza, kao predusjeva kukuruza, pokazala se potreba dodavanja manjih količina dušičnih gnojiva za postizavanje planiranih visokih priroda.

6. Količina dušika određuje se prema plodnosti tla i gustoći sklopa, odnosno visini priroda (za prirod od 100 mtc/ha zrna kukuruz odnosi iz tla prosječno 240 kg čistog N). Utjecaj dušika na povećanje priroda iznosi oko 60%, dok ostalih 40% otpada na kalij i fosfor.

7. Ekonomska opravdanost i najveći rentabilitet u odnosu na najmanju cijenu koštanja, a najveći prirod, nego ako bi se ta gnojiva davala površinski, pa onda zaoravala, ili sa strane sijaćih redova na nedovoljnu dubinu korjenovog sistema.

Za ovakvu primjenu mineralnih gnojiva treba nabaviti i priključne dijelove t. zv. »depozitere« za smještaj mineralnih gnojiva u trake neposredno na dno brazde kod samoga oranja. Dakle ovakvim načinom, ne samo da se radi sa uštedom na mineralnim gnojivima, nego i na mašinskoj i ljudskoj snazi,

što znatno pridonosi snižavanju cijene proizvodnji kukuruza, a povisuje rentabilitet ove kulture.

Na osnovu analize zrna i odgovarajućeg priroda stabljike, kukuruz sa prirodnom od 100 mtc/ha zrna odnosi u prosjeku oko 270 kg N; 82 kg P₂O₅; 186 kg K₂O; 50 kg CaO i što je naročito upadljivo, velika količina sumpora, i to 90 kg S, što je gotovo više od potrebe na fosforu. To nam govori, da kod postizavanja maksimalnih priroda kukuruza treba više voditi računa i o tom elementu, koji spada kod ove kulture u makroelemente. To ovisi o analizama tla, jer pojedina tla sadrže dovoljne količine sumpora, pogotovo ako se upotrebljava superfosfat kao fosforno gnojivo. Međutim, u pokusima se pokazalo, da su postignuti znatno veći prirodni, kada je bio upotrebljen kalijev sulfat.

Ovaj podatak nas navodi da je potrebno voditi računa o izmjeni strukture mineralnih gnojiva.

U diagramu I i II, predočeno je kretanje nitrata u tlu, kao i prednosti upotrebe amonijskih dušičnih gnojiva postizava se sa 130—140 kg N na hektar ili 650—700 kg 20% dušičnih gnojiva. Svi dosadašnji pokusi i praksa pokazali su da veće količine dušika, odnosno dušičnih gnojiva nisu opravdani, a svako veće dodavanje dušika može dovesti do povećanja cijene koštanja i smanjenja priroda.

8. Klimatski uslovi najviše utječu na odgovarajuću primijenu i količinu dušika.

UPOTREBA KALIJEVIH GNOJIVA

Kako je poznato, kukuruz ide u grupu kultura, koje su veoma veliki potrošači kalija, naročito u vegetativnoj fazi razvoja, i to radi dosada već poznatih funkcija, koje kalij vrši u biljci, a to su:

- a) sinteza šećera i škroba
- b) translokacija ugljičnih hidrata
- c) redukcija nitrata i izgradnja proteina
- d) pospješenje normalne diobe stanica.

Ako поблиže razmotrimo priloženi diagram o apsorpciji kalija kod kukuruza vidjet ćemo, da je uspon krivulje, naročito u početku vegetacije gotovo linearni. To nam govori, da kukuruz u prvoj i drugoj fazi vegetacije (prvih 60 dana nakon nicanja) zahtijeva najveće količine kalija. Intenzivna apsorpcija kalija traje sve do pred punu oplodnju, odnosno zametanje zrna, a zatim je pad apsorpcione krivulje sve veći, tako, da se potrebe na apsorpciji kalija pred kraj vegetacije smanjuju. Imajući ovo u vidu, nameće se pitanje o pravovremenom prihranjivanju usjeva kukuruza kalijem. Dosadašnji rezultati pokazali su, da je kalij na teškim tlima moguće zaorati pod brazdu tokom jeseni zajedno s fosforom, i to $\frac{1}{2}$ do $\frac{2}{3}$, ili pak u rano proljeće baciti na *surovu* brazdu i duboko *zatanjurati*. Neposredno pred sjetvu treba zajedno sa dušičnim gnojivima baciti $\frac{1}{3}$ kalijevih gnojiva tako, da biljka bude dovoljno opskrbljena kalijem u samom početnom razvoju.

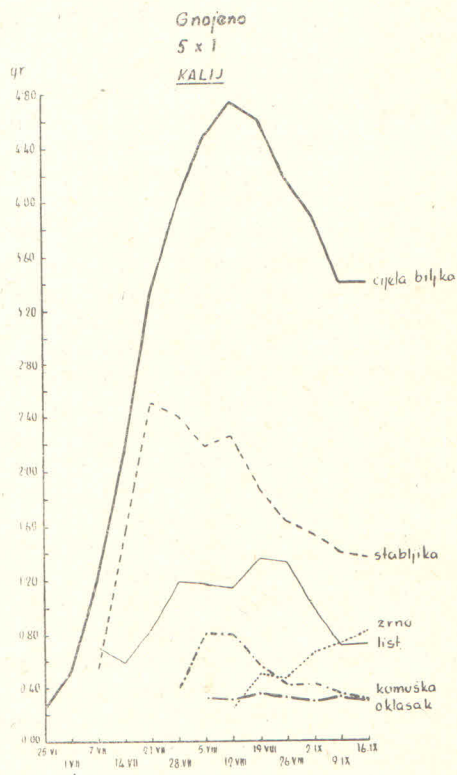
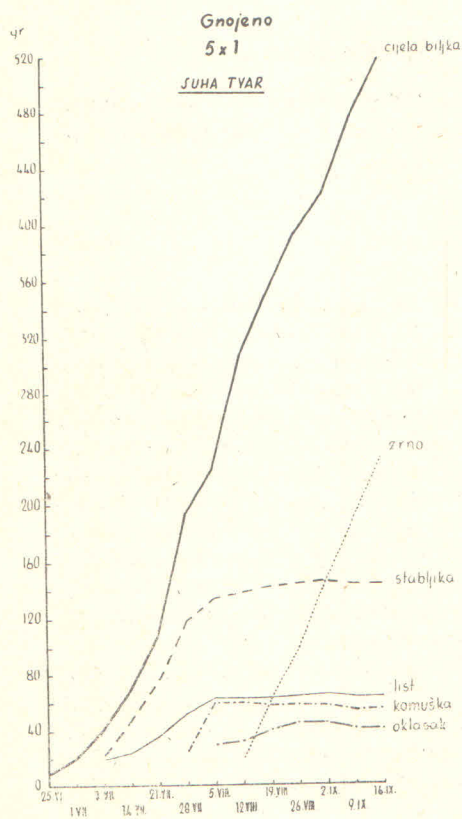
Vrlo dobri rezultati s upotrebom kalija pokazali su se, ako se kalij doda u toku vegetacije kad biljka naraste oko 50 cm. Naime, u toj fazi razvoja biljka naročito intenzivno apsorbuje kalij, jer tada biljka počne intenzivno rasti, a to traje sve do pred izbijanje metlica i svile. Ukoliko za to nema mogućnosti, onda se kalij koji nije zaoran ili razbacan na *surovu* brazdu,

treba zatanjurati pred sjetvu i to na dubinu ne manju od 15 cm. Ako se vrši prihranjivanje, onda se i koeficijent iskorišćenja kalija znatno povećava, pa je u tom slučaju moguće i sa manjim količinama dobiti visoke prinose. Značaj gnojidbe kalijem za kukuruz najbolje nam pokazuju podaci, koji govore da je za siguran i visoki prirod kalij ispred fosforne kiseline, što ne znači, da fosforna kiselina nije važna. Koeficijent iskorišćenja za kalij iznosi od 50—70%, pa prema tome treba i određivati količinu potrebnih gnojiva, ako se imaju orijentacioni podaci o produktivnosti tla, odnosno o zalihama fiziološkog aktivnog kalija u tlu.

Prema podacima što ih iznose Boswell i Parks u početnom stadiju rasta, biljke imaju najveću potrebu na kaliju i da njegova apsorpcija traje tokom čitave vegetacije. Jače doze kalija pridonose smanjenju polijeganja kukuruza.

UPOTREBA FOSFORNIH GNOJIVA

Prema analizama, koje su izvršene u Zavodu za spec. proizvodnju bilja u pogledu apsorpcije fosforne kiseline kod kukuruza, pokazalo se, da je apsorpcija fosforne kiseline kontinuirana od početka nicanja, i relativno, gotovo ravnomjerna do završetka vegetacije.



Nešto veće potrebe na apsorpciji fosforne kiseline su u prvoj fazi porasta. *Stanford* je izvršio pokus s radioaktivnim fosforom kod kukuruza i pokazalo se, da je iskorišćenje, t. j. apsorpcija fosfora danog uz kućicu bilo 40 do 70% u prve 3—4 sedmice porasta. Poslije ovog perioda rasta, korišćenje dodanog fosfora naglo opada, tako da se pod kraj to iskorišćenje svodi na svega 10—12%. Razlog je taj, što korjenov sistem raste u dubinu i do 231 cm, kako to navodi *Kisselbach* i u širinu u svim smjerovima do 132 cm, pa prema tome plitki smještaj fosforne kiseline, nakon porasta od 3—4 sedmice, postao je za korjenov sistem beskoristan, t. j. gnojivo je bilo nepristupačno za veću masu aktivne apsorbirajuće korjenove površine. Plitka primjena fosfornih gnojiva, može biti korišćena samo u prvoj fazi porasta mlade biljke, jer je pokretanje fosforne kiseline u dublje slojeve gotovo nezatno, a prema novijim istraživanjima to pomicanje u dublje slojeve putem oborina ne može biti dublje od 3—4 cm.

Iz diagrama za apsorpciju fosforne kiseline kod kukuruza, vidi se, da je taj proces apsorpcije kontinuiran od početka pa do završetka vegetacije, ukoliko je tlo optimalno opskrbljeno fosforom kiselinom. Za biljku kukuruz vrlo je važno, da u samom početku svoga razvoja ima dovoljno raspoložive fiziološke aktivne fosforne kiseline. Naime, rezultati analiza pokazali su, da je dovoljna količina raspoložive fosforne kiseline važna radi apsorpcije dušika. Ukoliko dolazi do pomanjkanja fosforne kiseline intenzitet apsorpcije dušika znatno se smanjuje, jer je apsorpcija dušika ovisna o količini fosforne kiseline, bez obzira da li ima dovoljno dušika u tlu.

Kod nas u praksi najčešće se upotrebljavaju dvije vrste fosfornih gnojiva, i to superfosfat i Thomasova drozga, a rjeđe dolaze sirovi fosfati. Kod primjene pojedinih fosfornih gnojiva potrebno je voditi računa o kiselosti tla. Na tlima sa većim aciditetom, bolje je upotrebiti Thomasovu drozgu, koja se može zaorati pod brazdu, a ako se upotrebi superfosfat, onda treba nastojati, da razmak između sjetve i rasturanja superfosfata ne bude velik, već se može razasuti po surovoj brazdi i zatanjurati. Na neutralnim tlima, bolje je uzeti superfosfat nego Thomasovu drozgu.

Najveći dio naših tala siromašan je fosforom kiselinom, pa prema tome, ako želimo postići visoki prinos, tlo mora, pored dušika, biti u dovoljnoj mjeri opskrbljeno i fosforom. Smatra se, da je koeficijent iskorišćenja za fosfora gnojiva najviši 30%, a za naša tla u prosjeku oko 20%. Otuda proizlazi, da je potrebno dodavati veće količine fosfornih gnojiva, pa i do 100 kg/ha P_2O_5 . Fosfora gnojiva potrebno je zaorati $\frac{2}{3}$ na dubinu brazde, ili pak depozitorom smjestiti na dno brazde. Ostatak od $\frac{1}{3}$ dodati neposredno pred sjetvu.

Rezultati pokusa R. L. Cooka i suradnika sa radioaktivnim fosforom (P_{32}) na kukuruzu, pšenici i grahu, pokazali su slijedeće rezultate.

1. Kada je dodavano pulverizirano fosforno gnojivo dobro izmiješano s tlom, procenat u vodi topivog fosfora ispoljio je vrlo mali utjecaj na procenat apsorbiranog fosfora po biljci. Isto tako nije došlo do utjecaja na povišenje prinosa, obzirom na procenat topivog fosfora u vodi.

2. Kada je granulirano gnojivo bilo dobro pomiješano s tlom, procenat u vodi topivog fosfora odrazio se i na povećanom procentu apsorbiranog fosfora po biljci. Isto tako dobivena je korelacija između prinosa i apsorbi-

ranog fosfora iz gnojiva. Da bi se ispoljio efekat garnuliranog fosfornog gnojiva, ono mora sadržavati 40—60% u vodi topivog fosfora.

3. Kada je pak granulirano ili pulverizirano fosforno gnojivo dato trake u tlo, iskorišćenje fosfora po biljci, iz datih gnojiva, povećavalo se s povećanim stupnjom topivog fosfora u vodi, što je pridonijelo i povećanju prinosa. Za maksimalno iskorišćenje fosfornih gnojiva za postizavanje visokih prinosa, fosforno gnojivo smješteno utrake (sa strane ili ispod sjemena) mora sadržati najmanje 40% topivog fosfora u vodi.

4. Gnojivo koje ne sadrži u vodi topivog fosfora, mora biti dobro pomiješano s tlom. Takva gnojiva dala su znatno bolje rezultate u pulveriziranom stanju, nego u granuliranom. Također, takva fosforna gnojiva, ako se miješaju s tlom, daju bolje rezultate, nego pulverizirana gnojiva sa većim procentom topivog fosfora u vodi.

5. Kod upotrebe tekućih fosfornih gnojiva pokazalo se, da imaju podjednako djelovanje kao i kruta gnojiva, ukoliko se podjednako primjenjuju.

Iz svih dosadašnjih izlaganja vidimo, da današnji sistem upotrebe fosfornih gnojiva moramo mijenjati i u tom pogledu postaviti veći broj makro pokusa na raznim tipovima tla, kako bi se postigli najpovoljniji rezultati o ekonomičnosti upotrebe fosfornih gnojiva.

KRETANJE PORASTA SUHE TVARI I POTREBA HRANJIVA U TOKU VEGETACIJE

Za jasniji uvid u potrebe hranjiva kod kukuruza u toku vegetacije obzirom na razvoj biljke i suhe tvari, iznijet ćemo sumarni pregled o apsorbiranim hranjivima u toku vegetacije. (Rezultati dobiveni na pokusnom polju Zavoda za spec. proizvodnju bilja.)

TABELA 1.

Prirast suhe tvari i potrebe na pojedinim hranjivima u toku vegetacije u kg po ha na bazi gustoće od 40.000 biljaka:

Datum	Suha tvar	Omjer hranjiva					
		N	K	P	N	K	P
25. VI.	350	12,8	10,0	1,6	1	0,83	0,13
1. VII.	800	28,8	21,6	2,8	1	0,75	0,10
7. VII.	1640	47,6	49,2	4,8	1	1,03	0,10
14. VII.	2800	67,2	84,4	7,6	1	1,26	0,11
21. VII.	4400	92,0	133,6	11,6	1	1,45	0,13
28. VII.	7720	130,8	158,2	20,4	1	1,21	0,16
5. VIII.	8960	175,2	178,8	28,6	1	1,02	0,16
12. VIII.	12280	192,0	189,2	31,6	1	0,99	0,16
19. VIII.	14040	197,2	184,0	33,6	1	0,93	0,17
26. VIII.	15720	222,0	166,0	36,0	1	0,75	0,16
2. IX.	16840	239,2	154,8	39,6	1	0,65	0,17
9. IX.	19040	250,8	135,2	45,6	1	0,54	0,18
16. IX.	20680	254,8	135,2	51,2	1	0,53	0,20

Iz predočenih podataka vidi se, da je u početnoj fazi porasta, pa sve do stadija metličanja, naročito intenzivan porast suhe tvari, a time i potreba na

dušiku, kaliju i fosforu. Rani stadij porasta, t. j. prvih 90 dana nakon nicanja, jest od najveće važnosti za razvoj vegetativnih dijelova. U tom stadiju je najintenzivnije povećanje suhe tvari i relativno velika potreba na dušiku, a naročito na kaliju, a u manjoj mjeri na fosforu. Prema tome, sva se agrotehnika i ishrana treba usmjeriti u tom razdoblju. Ne smije se dozvoliti da usjev u stadiju najintenzivnijeg razvoja oskudijeva na hranjivima ili na vodi. To ne znači, da i kasnija prihranjivanja nisu od koristi, naročito dušik, koji u doba formiranja zrna znatno utječe kako na kvalitetu samog zrna, tako i na visinu priroda. U kasnijim fazama razvoja opaža se znatno manja potreba na kaliju, a potreba na fosforu i dušiku ostaje manje, više konstantna.

Ako detljnije razmotrimo omjer pojedinih hranjiva, zapazit ćemo, da je jedino kalij u znatnijim variranjima, dok su N i P u početku u znatnom porastu, a kasnije su relativno konstantni.

Simazin — novi herbicid za uništavanje korova u kukuruzu

Prije nekoliko godina pronađen je novi selektivni herbicid simazin (2-klor-4,6-bis-etilamine-S-triazin)

Dolazi u promet kao bijelosivi prašak sa 50% aktivne supstance. U vodi je praktički netopiv (svega 5 ppm = 5 dijelova simazina na 1000 dijelova vode), a isto tako je vrlo slabo topiv u većini organskih otapala. Za ljude, životinje i ribe praktički je neotrovan, $LD_{50x} = 5000$, dok je na pr. za DDT, koji se smatra praktički neotrovnim $LD_{50} = 267$. Ne podražuje kožu, ne korodira metale, niti je upaljiv.

DJELOVANJE SIMAZINA

Za razliku od drugih selektivnih herbicida, simazin djeluje isključivo putem korjena. Preko lista, eventualno, primljene količine herbicida gotovo su beznačajne za njegovo djelovanje. Biljke su najosjetljivije na simazin u fazi klijanja — nicanja.

Simazin ne sprječava niti oštećuje klijanje, ali kasnije klice ili mlade korovske biljčice zaostaju u rastu i propadaju, prosječno u roku od 5 dana. Prvi znak oštećenja, odnosno djelovanja simazina na biljke, obično je KLO-ROZA (žučenje lišća). Iza toga, na vrhu i rubovima lista, dolazi do posmeđivanja, sušenja i do konačnog propadanja biljčica.

Na odraslim biljkama javljaju se gotovo isti simptomi, samo što do pojave prvih znakova dolazi tek nakon 10—20 dana. Rok, u kojem odrasle biljke potpuno propadaju, u velikoj mjeri ovisi o vrsti i starosti biljke, a često traje i nekoliko tjedana.

Prema dosadašnjim ispitivanjima, smatra se, da simazin sprječava asimilaciju, odnosno stvaranje ugljikohidrata.

Simazin ima vrlo široki spektar djelovanja, i postoje velike razlike u osjetljivosti pojedinih vrsta, čak i unutar iste porodice. Tipičan primjer za to jesu trave, koje su, gotovo sve, vrlo osjetljive. Jedino kukuruz pokazuje nevjerojatnu fiziološku tolerantnost prema simazinu u svim fazama razvoja, što je od osobitog značaja za poljoprivredu, odnosno uzgoj kukuruza. Proso također spada u otpornije trave prema simazinu.

Netopivost je jedna od vrlo važnih osobina simazina, jer mu omogućuje dugotrajno i selektivno djelovanje. Naime, nakon prskanja tla, simazin se zadržava u površinskim dijelovima tla, tako da se može primijeniti i u inače osjetljivijim kulturama, koje imaju dublji korijen (vočke, vinova loza, malina, šparga, jagode, ruže i dr.). Ostale kulturne biljke, uglavnom, su osjetljive na simazin.

Iz istog razloga, simazin slabije i sporije djeluje na korove s dubokim korjenom. U tim slučajevima rezultat suzbijanja više ovisi o propusnosti tla, nego o osjetljivosti korova.