

Važnost cinka u gnojidbi kukuruza

Cink u agroekološkom sustavu

Cink u tlu je porijeklom iz primarnih i sekundarnih minerala. Kiseli minerali (granit, gnajs) sadrže manje količine cinka, dok alkalni minerali (bazalt) sadrže znatno veće količine cinka. Prosječan sadržaj cinka u tlu iznosi 5-25 mg/kg tla. Biljke ga usvajaju kao kation Zn^{2+} i $ZnOH^+$ te kao Zn-helat, dok se u biljci uvijek nalazi u kationskom obliku Zn^{2+} .

Usvajanje cinka iz tla je aktivan proces, međutim sa vrlo izraženim antagonizmom prema kationima Mg^{2+} i Ca^{2+} u tlu. Niska temperatura tla i suvišak fosfora, također otežavaju usvajanje cinka. Mobilnost cinka veća je u kiselim tlima, i u takvim uvjetima postoji mogućnost ispiranja iz profila tla. Nedostatak cinka javlja se najčešće na teškim glinovitim tlima, bogata kalcijem i sa alkalnom reakcijom ($pH > 7,0$). Cink se u tlu, u povoljnim uvjetima, vrlo čvrsto veže na adsorpcijski kompleks tla, te mu je koncentracija u vodenoj fazi tla vrlo niska.

Sadržaj cinka u biljkama je nizak, i ovisno o biljnoj vrsti, koncentracije se kreću u rangu od 0,6-83 mg/kg. Kod veće količine fosfora u tlu usvajanje cinka je otežano. Ta je pojava naročito učestala u proizvodnji kukuruza, kod kojeg fosfor često potiče nedostatak cinka uz akumulaciju veće količine željeza u biljnom tkivu. Pokretljivost cinka u biljci je osrednja. Koncentracija cinka u floemskom toku je relativno visoka gdje se cink nalazi u organskim kompleksima visoke molekularne mase. U biljci se cink isključivo nalazi kao Zn^{2+} i ne ulazi u oksido-redukcijske reakcije. Metabolitička funkcija cinka temelji se strogo na tendenciji stvaranja tetraedralnih kompleksa sa N-, O- i posebice S-liganidima i kao takav igra značajnu ulogu u funkciji i strukturi velikog broja enzimatskih reakcija u biljci. U enzimima cink ima tri važne uloge: katalitičku, koaktivnu i strukturalnu ulogu. Cink sudjeluje u građi raznih enzima; alkohol dehidrogenaze, karbohidraze, Cu-Zn superoksid-dizmutaze (Cu-Zn SOD), karboksipeptidaze i dr. Osim u građi enzima cink je aktivan i u procesima sinteze proteina. Cink čini strukturalnu komponentu ribosoma i od esencijalnog je značaja za strukturalni integritet ribosoma.

Cink učestvuje i u metabolizmu ugljiko-hidrata, gdje igra posebno važnu ulogu u aktivaciji dva ključna enzima - fruktoza 1,6 bisfosfataze i aldolaze. Oba navedena

enzima prisutna su u kolroplastima i citoplazmi.

Najčešći simptomi nedostatka cinka - patuljasti rast i sitno lišće, posljedica je poremećaja u metabolizmu hormona rasta - auxina i posebice indolactone kiseline (IAA).

Cink je također neophodan za integritet biomembrana, povećava otpornost biljke prema bolestima i nepovoljnim agroklimatskim uvjetima (suši, niskoj temperaturi i dr.)

Element koji igra posebnu ulogu u usvajanju cinka je fosfor. Kod tla koja prirodno sadrže niske količine cinka, pojačana gnojidba fosforom značajno smanjuje količinu cinka u biljci. To se događa jer se kod veće količine fosfora u tlu, smanjuje mobilnost cinka, smanjuje se aktivnost VAM gljiva u tlu (mikoriza, koja značajno utječe na usvajanje cinka) te reducira rast korijena. Cink također utječe na metabolizam fosfora u korijenu. Nedostatak cinka u korijenu, povećava permeabilnost plazma membrana stanica korijena, te se omogućava usvajanje većih količina fosfora, ali jednako tako i kloro i bora, koji mogu dostići i toksični nivo u biljci. Stoga je i gnojidba biljaka cinkom, na zaslanjenim tla od posebne važnosti, kako bi se reguliralo usvajanje kloro.

Nedostatak cinka u proizvodnji kukuruza pojavljuje se na:

- Tlima koja sadrže visoke količine organske tvari
- Kod tla sa visokim pH vrijednostima (alkalna tla, tla sa visokom količinom CaCO_3)
- Na pjeskovitim i vrlo propusnim tlima sa malom količinom glinene frakcije
- Tla na kojima je provedena kalcifikacija sa visokim količinama vapna (prolazni efekt; uglavnom 1-2 vegetacije nakon kalcifikacije)
- Tla prirodno bogata fosforom
- Tla koja se obilno gnoje fosfornim gnojivima
- Hladni i vlažini uvjeti (u proljeće)

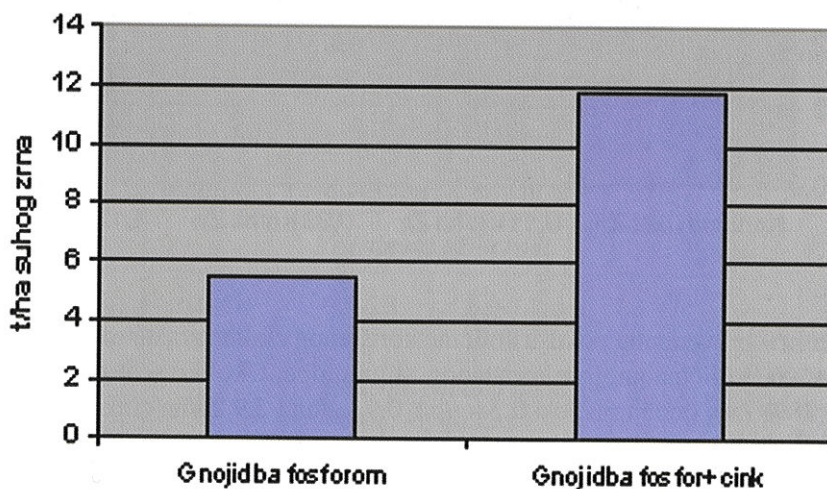
Simptomi nedostatka cinka na kukuruza:

- Pojava žutih i tamnožutih traka na listu razvijenih paralelno sa glavnom nervaturom lista
- Prvi simptomi se pojavljuju na mladom lišću
- Skraćeni internodiji
- Nepopunjeni klipovi kukuruza

Praktični aspekti gnojidbe cinkom u proizvodnji kukuruza¹

Nedostatak cinka je posebno izražen problem u tzv. "kukuruznom" pojasu u SAD (Fluid Journal, 1994). Stoga je u "kukuruznom" pojasu gnojidba cinkom redovni tehnološki zahvat u proizvodnji kukuruza.

Slika 1. Utjecaj gnojidbe fosforom i cinkom na prinos kukuruza (Fluid Journal, 1994)

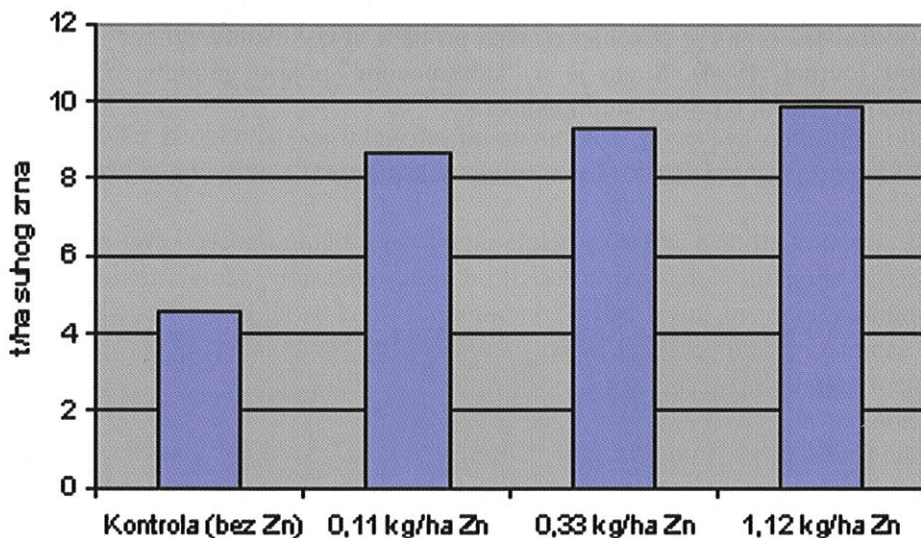


Iz gore navedenog primjera, vidimo da je dodatak cinka u startnoj gnojidbi, povisio prinos kukuruza, sa 5,5 t/ha na 11,8 t/ha, što čini povećanje od gotovo 115%. Pokus je proveden na tlu u kojem je sadržaj i cinka i fosfora vrlo nizak.

Na slijedećoj slici prikazati će se utjecaj apliciranja cinkovog gnojiva (bez dodatne gnojidbe fosforom) u vrijeme sjetve kukuruza na postignuti prinos zrna.

(1) Gnojidba je obavljena sa tekućim gnojivom u vrijeme sjetve, u količini od 89,7 kg/ha P_2O_5 . U drugoj varijanti, gnojidba je obavljena sa 89,7 kg/ha P_2O_5 + 11,21 kg/ha Zn.

Slika 2. Utjecaj gnojidbe cinkom u vrijeme sjetve na prinos kukuruza (Fluid Journal, 1994)



(1) U rezultatima provedenog pokusa količine korištenog cinka, izražene su kao količine čistog cinka, a ne količina gnojiva korištenog za gnojidbu. Ukoliko se u gnojidbi koristi cink-sulfat (38% Zn), onda to iznosi 0,3 kg/ha, 0,9 kg/ha i 2,9 kg/ha cink-sulfata.

Iz rezultata predhodnog istraživanja, vidljivo je da već i minimalne doze cinka, koje se dodaju startnoj gnojidbi znatno povisuju prinos zrna kukuruza.

Na istraživanjima koje je provedeno na Iowa State University Research Farm, tijekom tri godine, od 1998-2000, sa nekoliko različitih hibrida kukuruza dobiveni su različiti rezultati (ISRF 00-22). Istraživanje je provedeno na 10 različitih serija tla². Od hibrida korišteni su slijedeći hibridi kukuruza: Pioneer 3730, 3489 i 3563, DeKalb 477 i 537, Golden Harvest 9230BT i Garst 8704. Ovisno o hibridu kukuruza i tip tla dobiveni su različiti rezultati, od značajnih porasta prinosa, pa do slučajeva gdje dodatna gnojidba cinkom nije rezultirala porastom prinosa suhoga zrna.

Tako, hibrid Pioneer 3489, na tlima serije *Harps*³ koja su su siromašna sa cinkom

² Za razliku od pedološke klasifikacije koja se koristi u Hrvatskoj (na temelju geneze tla) u SAD se za potrebe poljoprivredne proizvodnje tla klasificiraju u serije, ovisno o pogodnosti za poljoprivrednu proizvodnju (USDA-NRCS Soil Survey Division)

³ **Karakteristike Harps serije tla:** vrlo duboka tla, slabo drenirana, umjereno alkalna tla, sa prevladavajućom frakcijom finog praha, tamne boja. Tla sa niskom količinom cinka i fosfora.

i fosforom, uz visoki pH tla (alkalna tla), postigli su značajnu razliku u prinosu kod gnojidbe cinkom. Razlika u odnosu na negnojenu varijantu iznosi 1,9 t/ha. Sjetva je obavljena 26. travnja, a berba kukuruza 7. listopada. Međutim hibrid DeKalb 537, na tlima serije *Galva*⁴ i *Primghar*⁵, kiselih tala sa niskom i visokom količinom cinka i niskom količinom fosfora (8-11 mg/kg tla) nisu pokazali značajne razlike u visini prinosa kod gnojidbe cinkom. Na plodnim tlima serije *Marshall*⁶, u uvjetima alkalne reakcije tla, i uz dobru opskrbljenost cinkom i fosforom (66 mg P/kg tla), gnojidba cinkom značajno povećava prinos hibrida GH 9230BT. Razlika između varijanata, sa i bez gnojidbe cinkom, iznosi 2,36 t/ha.

Za područje države Kentucky, Murdock i Howe (Agronomy notes, 1/2001) utvrdili su optimalnu količinu gnojidbe cinkom u odnosu na količinu fosfora u tlu i pH reakciji tla. Vrijednosti gnojidbe temelje se na vrijednostima dobivenih ekstrakcijom elemenata iz tla otopinom Melich III (tablica 1).

Tablica 1. Potrebne doze cinka u gnojidbi kukuruza u odnosu na količinu fosfora u tlu i pH reakciji tla (Murdock i Howe, Agronomy notes, 1/2001)

	Vrijednosti pH u vodi				
	6,0-6,4	6,5-6,8	6,9-7,2	7,3-7,6	
Količina fosfora u tlu (kao kg/ha P)	Količina cinka u tlu (kao kg/ha Zn)				Potrebna količina dodanog cinka (kao kg/ha ZnSO ₄)
56,1	1,2-2,0	2,1-2,8	2,9-3,6	3,7-4,4	11,2-22,4
112,1	1,8-2,6	2,8-3,4	3,6-4,1	4,4-4,9	11,2-22,4
168,2	2,1-2,9	3,1-3,7	3,9-4,5	4,7-5,3	11,2-22,4
224,2	2,4-3,1	3,4-3,9	4,1-4,7	4,9-5,6	22,4-33,6
280,3	2,6-3,4	3,6-4,1	4,4-4,9	5,2-5,7	22,4-33,6
336,3	2,7-3,6	3,7-4,4	4,5-5,2	5,3-5,9	22,4-33,6

⁴ **Karakteristike Galva serije tla:** vrlo duboka, dobro drenirana tla, obronačna tla, ilovasta tla, fine mrvičaste strukture, tamne boje. Umjereno kisela tla sa niskom količinom cinka i fosfora

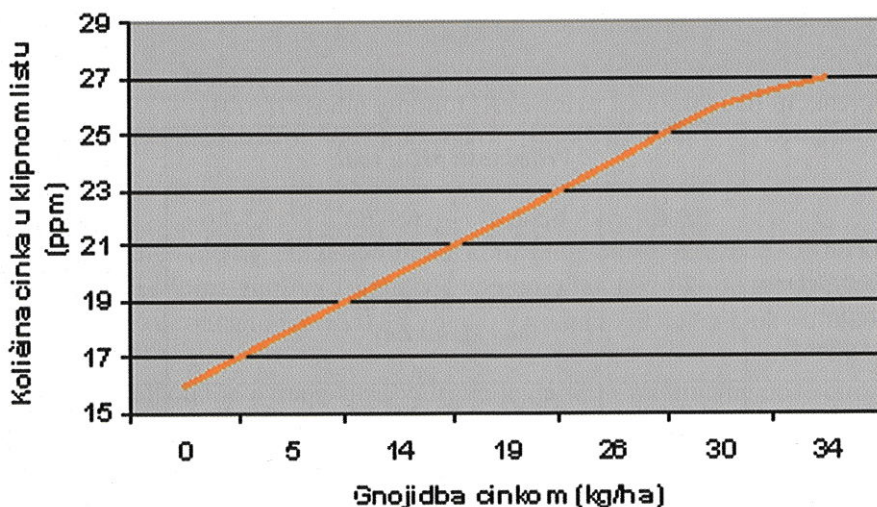
⁵ **Karakteristike Primghar serije tla:** vrlo duboka tla, mjestimično slabo drenirana, fine ilovaste strukture, umjereno kisela tla. Tla sa visokom količinom cinka i niskom količinom fosfora.

⁶ **Karakteristike Marshall serije tla:** vrlo duboka, dobro drenirana tla, različitog nagiba, ilovasta tla, dobre strukture, umjereno kisela ili umjereno alkalna tla. Različito opskrbljena cinkom, dobro opskrbljena fosforom.

392,4	2,9-3,7	3,8-4,5	4,7-5,3	5,5-6,1	22,4-33,6
448,4	3,0-3,8	4,0-4,6	4,8-5,4	5,7-6,3	22,4-33,6
504,5	3,1-3,9	4,0-4,7	4,8-5,5	5,7-6,4	22,4-33,6
560,5	3,1-4,0	4,1-4,8	4,9-5,6	6,2-6,6	22,4-33,6

Isti autori su utvrđivali i utjecaj gnojidbe cinkom putem tla, na koncentraciju cinka u klipnom listu kukuruza. Kako se na slijedećoj ilustraciji može vidijeti, rastom doze gnojidbe cinkom, gotovo proporcionalno raste i količina cinka u klipnom listu.

Slika 3. Koncentracija cinka u tlu i klipnom listu kukuruza



Na temelju predhodnih istraživanja, za područje države Kentucky, donja granica opskrbljenosti cinkom iznosi 17 ppm u klipnom listu kukuruza. Isto tako, zaključili su da se dodavanjem 5,5 kg/ha $ZnSO_4$ podiže količina cinka u klipnom listu za 1,75 ppm. Količina od 5,5 kg/ha Zn u tlu, donja je granica za opskrbljenost tla za uzgoj kukuruza.

Optimalna opskrbljenost tla cinkom za uzgoj kukuruza, u državi Vermont, prikazana je u slijedećoj tablici (Communication and Technology Resource, University of Vermont, 2002):

Tablica 2. Preporuka gnojidbe tla cinkom za proizvodnju kukuruza

<i>Količina Zn u tlu mg/kg tla</i>	<i>Interpretacija</i>	<i>Količina gnojidbe cinkom</i>
< 0,5	Nedostatak cinka	9-11 kg/ha ZnSO ₄
0,5-0,9	Umjereno opskrbljeno tlo cinkom	2,2 kg/ha ZnSO ₄ , lokalizirano prilikom sjetve
> 1,0	Dobro opskrbljeno	Bez potrebe za dodatnom gnojidbom

Problematika cinka na poljoprivrednim tlima u Hrvatskoj

Zasad ne postoje istraživanja o gnojidbi cinkom u proizvodnji kukuruza u Hrvatskoj (Izvor: Hrvatska znanstvena bibliografija; <http://bib.irb.hr>). Dosadašnji radovi su uglavnom cink tretirali kao teški metal i zagađivač u agroekološkom sustavu (Bukvić 1996, Čoga 2000, Čoga i sur., 2001, Romić M. i Romić D., 2003).

Na osnovi predhodno navedenih istraživanja, u području tzv. "kukuruznog" pojasa u SAD (eng. Corn belt), vidljivo je da gnojidba cinkom predstavlja važan tehnološki zahvat u proizvodnji kukuruza. Jednako kao i u "kukuruznom" pojasu u SAD-u, tako se i u Hrvatskoj kukuruz uzgaja na različitim tipovima tala - od teških glinenih do laganih aluvijalnih tala; od tla bogatim organskim tvarima (černozemi) do potpuno mineralnih tala (pseudogleji) i sa različitim tipovima vlaženja tla.

Prema podacima Statističkog zavoda Republike Hrvatske kukuruz se u Hrvatskoj proizvodi na površini od 350.000-480.000 ha (podaci za razdoblje 1991-2000), uz prosječni prinos od 3,6-5,8 t/ha suhog zrna, što je veoma nizak prinos. Međutim, intenzivna proizvodnja kukuruza, sa visokim prosječnim prinosima, 8-12 t/ha, vrlo je dohodovna djelatnost. Tako se pri prinosu od 10 t/ha suhog zrna ostvaruje dohodak od 2.645,59 kn/ha (Agroekonomska analiza proizvodnje kukuruza, Gospodarski list, veljača, 2004). Kako je biološki potencijal rodnosti kukuruza znatno viši, očito je da se uvođenje gnojidbe cinkom, mogu značajno povisiti prinosi, uz minimlana ulaganja. Stoga bi čim prije trebalo pokrenuti i znanstveno-istraživački rad o utjecaju gnojidbe cinkom na prinos kukuruza.

Primjena cinka u gnojidbi kukuruza

Cink se u gnojidbi kukuruza može primjeniti na više načina. Najčešće se primjenjuje u predsjetvnoj pripremi tla, lokalizirano kod sjetve ili folijarnom gnojidbom. Svaki od navedenih načina ima stanovite prednosti ali i nedostatke, ovisno o tehnologiji

proizvodnje kukuruza.

Predstjetveno u pripremi tla, koristi se najjeftiniji izvor cinka, cinkov-sulfat koji sadrži 38% Zn. Ovisno o opskrbljenosti tla, koristi se u količinama od 11-35 kg/ha. Od kompleksnih NPK gnojiva našem tržištu trenutno postoji samo jedno gnojivo sa cinkom, NPK 15-15-15 + 1% Zn (INA Petrokemija, Kutina), koje se može koristiti u predstjetvenoj pripremi tla.

Tehnološki napredniji način primjene cinka je lokalizirana gnojidba tijekom sjetve, gdje se gnojivo polaže u zonu sjetve. Time se znatno reduciraju potrebne količine gnojiva i postiže visoka učinkovitost. Najčešće se primjenjuju tzv. startna gnojiva, koja još sadrže i veću količinu fosfora, zatim dušika, ostalih mikroelemenata i organskog ugljika; ovisno o tipu gnojiva i proizvođaču. Iako se iz kemije tla zna za antagonizam (nesnošljivost) fosfora i cinka u tlu, moderna startna gnojiva, rezultat su najnovijih tehnoloških dostignuća u kemijskoj industriji, pa se stoga primjenom takvih gnojiva na očituje negativni učinak fosfor-cink. Startna gnojiva su mikrogranulirana ili u tekućem stanju, te se za upotrebu moraju koristiti posebni dodaci na sijačicama za kukuruz, što je i ujedno i najveća prepreka trenutnom korištenju startnih gnojiva. Međutim, danas sve moderne sijačice za kukuruz, posjeduju mogućnost jednostavne nadogradnje za primjenu startnih gnojiva.

Tablica 3. Mikrogranulirana startna gnojiva koja sadrže cink

<i>Gnojivo (proizvođač)</i>	<i>Sastav</i>	<i>Doza primjene</i>
Umoplast Zn (proiz. Agroqualita, Italija)	10% N 28% P ₂ O ₅ 12% Zn 8,8% organski C	20-40 kg/ha
Microphos (proiz. Agrofill, Italija)	10% N 46% P ₂ O ₅ 1,8% Zn 0,002% Mn	20-40 kg/ha
Grinver 9-42 (proiz. Cifo, Italija)	9% N 42% P ₂ O ₅ 2% Zn 0,8% Fe 0,002% Mo	20-40 kg/ha

Ecophos 7-25 (proiz. Phosyn, V. Britanija)	7% N 25% P ₂ O ₅ 18% SO ₃ 2% Zn 2% Fe	20-30 kg/ha
Mikron 10-50 (proiz. Caprara, Italija)	10% N 50% P ₂ O ₅ 0,4% Zn	25-35 kg/ha
Magnistart+Zn (proiz. Kemira, Finska)	10,5% N 38% P ₂ O ₅ 7% Zn	15-25 kg/ha

Kao što se može vidijeti u predhodnoj tablici, startna gnojiva sadrže različite količine cinka, od 0,4-12,0% uz različitu količinu fosfora, pa se stoga za većinu tala može odabrati prikladno startno gnojivo.

Osim mikrogranuliranih, postoje i tekuća startna gnojiva. Jedno od takvih gnojiva je Magphos K+Zn (Phosyn, V. Britanija). Gnojivo sadrži 46 g/L Zn i još 440 g/L P₂O₅, 76 g/L K₂O i 67 g/L MgO. Primjenjuje se u količinama od 15-20 L/ha. Za primjenu zahtijevaju poseban uređaj za apliciranje tekućeg gnojiva u zonu sjetve.

U tehnologiji gnojidbe kukuruza cinkom sve se više upotrebljavaju i folijarna tekuća gnojiva. Prednost takvih gnojiva je višestruka; mala količina po jedinici površine, brz učinak, kompatibilnost sa zaštitinim sredstvima, jednostavna primjena pomoću prskalice i dr. Posebno su efikasna gnojiva u kojima se cink nalazi u helatnom obliku.

Tablica 4. Tekuća cinkova gnojiva

Gnojivo (proizvođač)	Sastav	Doza primjene
Zinco P (proiz. Caprara, Italija)	9,5% Zn-EDTA (helatni oblik)	200 g/100 L vode
Zinco 134 (proiz. Biolchim, Italija)	10% Zn	150-200 g/100 L vode
Zintrac 700 (proiz. Phosyn, V. Britanija)	40% Zn	1 L/ha
Zinc Fast (Proiz. Cifo, Italija)	10% Zn	1 L/ha

Osim gnojiva navedenih u tablici 4., na tržištu su se pojavile i nove tekuće formulacije, gdje je cink vezan na molekule organskog kompleksa ili u organskom kompleksu sa

lignin-sulfonatom.

Tablica 5. Tekuća cinkova gnojiva sa organskim kompleksom

Gnojivo (proizvođač)	Sastav
Agrozin 9L complex (proiz. Agrofyll, Italija)	9% Zn + organske kiseline
Biosin Zinco (proiz. Caprara, Italija)	6 % Zn 3% organski N 10% organski C
Ligoplex Zn10L (proiz. Biolchim, Italija)	8% Zn u kompleksu sa amonij lignin-sulfonatom

Iz navednog prikaza gnojiva, vidljivo je da na tržištu postoji široki spektar gnojiva koja sadrže cink a namjenjeni su gnojidbi kukuruza. Kako je jedino visoko intenzivna proizvodnja kukuruza isplativa, prijeko je potrebno uz već postojeće agrotehničke mjere (izbor hibrida, zaštitnih sredstava i dr.) uključiti i tehnološki moderna gnojiva kako bi se osigurali visoki i isplativi prinosi (8-11 t/ha) i time ostvario značajni financijski dobitak u proizvodnji kukuruza.

Toksičnost cinka

Iako cink ima veliku važnost u mineralnoj ishrani bilja, cink je teški metal i time vrlo toksičan, ukoliko se koristi u neprimjerenim količinama. Simptomi toksičnosti cinka kod biljaka su kloroza mladog lišća (vidljivi simptom) i znatno smanjen intenzitet fotosinteze (smanjenje aktivnosti RuBP karboksilaze). Osim za biljku, cink je toksičan i za ljudski organizam, u koji najčešće dopijeva putem vode. Ukoliko se pretjera u gnojidbi cinkom, pogotovo na kiselim tlima, dolazi do ispiranja cinka u podzemne vode. Kod biljaka cink je toksičan u količinama od 100-300 µg Zn/g suhe tvari, dok je granica toksičnosti u ljudskom organizmu 2 g Zn/dnevno.

Međutim, ako se primjena cinka u poljoprivrednoj proizvodnji provodi stručno (na osnovi analize tla i potrebe biljaka za cinkom) ne dolazi do nikakvih štetnih pojava niti za biljku niti za čovjeka.

Sažetak:

Cink je element od posebnog značaja u gnojidbi kukuruza. Aktivator je mnogih enzimatskih procesa u biljci, a naročito je važan u sintezi hormona rasta-hormon auksin.

Cink u tlu porijeklom je iz primarnih i sekundarnih minerala. Prosječan sadržaj cinka u tlu iznosi 5-25 mg/kg tla, dok se u biljnom materijalu nalazi 0,6-83 mg/kg, ovisno o biljnoj vrsti. Biljke ga usvaja kao katione Zn^{2+} i $ZnOH^+$, te kao Zn-helat, dok se u biljci uvijek nalazi u kationskom obliku Zn^{2+} .

Usvajanje cinka iz tla je aktivan proces, međutim sa vrlo izraženim antagonizmom prema kationima Mg^{2+} i Ca^{2+} u tlu. Niska temperatura tla i suvišak fosfora, također otežavaju usvajanje cinka. Mobilnost cinka veća je u kiselim tlima, i u takvim uvjetima postoji mogućnost ispiranja iz profila tla. Nedostatak cinka javlja se najčešće na teškim glinovitim tlima, bogata kalcijem i sa alkalnom reakcijom ($pH < 7,0$). Cink se u tlu, u povoljnim uvjetima, vrlo često veže na adsorpcijski kompleks tla, te mu je koncentracija u vodenoj fazi tla vrlo niska.

Nedostatak cinka je posebno izražen problem u tzv, "kukuruznom" pojasu u SAD (Fluid Journal, 1994.). Monogobrojnim istraživanjima, dokazan je pozitivan utjecaj cinka na rast prinosa zrna kukuruza, na različitim tlima. Stoga, dodatna gnojidba cinkom, postaje danas neizostavan tehnološki zahvat u visokoproduktivnoj proizvodnji kukuruza.

Summary:

Zinc is the element of special importance in corn fertilization, It is the activator of many enzymatic processes in a plant, and it is particularly important in the synthesis of growth.

hormone-auxine hormone.

Zinc in soil comes from primary and secondary minerals. The average amount of zinc soil is 5-25 mg/kg, whereas in plants there is 0,6-83 mg/kg, depending on the type of the plant. Plants acquire it as cations Zn^{2+} and $ZnOH^+$, and as Zn-helat, whereas in a plant it is always found in a cation form Zn^{2+} .

Absorption of zinc from soil is an active process, but it has a very strong antagonism towards cations Mg^{2+} and Ca^{2+} in soil. Low temperature of soil and surplus of phosphor also make absorption of zinc more difficult. Mobility of zinc is higher in acid soils, and in such conditions there is a possibility of washing out from the soil profile. Lack of zinc is usually found in hard clay soils, rich in calcium and with alkaline reaction ($pH > 7,0$). Zinc in soil, in favourable circumstances, is firmly connected to absorption complex of the soil, and its concentration in the water phase of the soil is very low. Shortage of zinc is a big problem in the so called, "corn belt" in the USA. (Fluid journal, 1994.) Many researches have proved the positive influence of zinc on the increase of corn kernel crop on different soils. Therefore, additional zinc fertilization has nowadays become a necessary technological intervention in highly productive corn production.