

# Učinak fosfornih mikronojiva na kemijska svojstva kukuruza

---

Osvald, Dinko

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:722248>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-20**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dinko Osvald

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer: Ratarstvo

**Učinak fosfornih mikronojiva na kemijska svojstva kukuruza**

Završni rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dinko Osvald

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer: Ratarstvo

**Učinak fosfornih mikronojiva na kemijska svojstva kukuruza**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada

1. prof. dr. sc. Brigita Popović, mentor
2. izv. prof. dr. sc. Miroslav Stošić, član
3. izv. prof. dr. sc. Boris Đurđević, član

Osijek, 2021.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. MATERIJAL I METODE.....	3
2.1. Uzorkovanje tla i analiza osnovnih svojstava tla prije gnojidbe .....	3
2.2. Priprema tla za pokus.....	4
2.3. Gnojidba.....	5
2.4. Sjetva kukuruza u posude .....	7
2.1.1. Klijanje .....	8
2.1.2. Nicanje .....	9
2.1.3. Vegetacijski pokusi .....	10
2.5. Priprema biljnog materijala .....	11
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	12
3.1. Rezultati analize tla.....	12
3.2. Analiza kemijskih svojstava kukuruza.....	14
4. ZAKLJUČAK.....	18
5. POPIS LITERATURE.....	19

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo  
Dinko Osvald

### **Učinak fosfornih mikrognojiva na kemijska svojstva kukuruza**

**Sažetak:** Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razliku kemijskom svojstvu kukuruza između kontrolnog usjeva i usjeva gdje su aplicirana mikrogranulirana fosforna gnojiva Elixir Zorka tvornice gnojiva pri čemu je primjenjeno 5 tretmana: kontrola, Nutriboost PR, Nutriboost PR-45, Nutriboost HK, Nutriboost HK-45. Pri tome je kod tretmana Nutriboost PK-45 došlo do porasta organske tvari u tlu nakon provedenog pokusa, dok je primjenom tretmana Nutriboost HK i Nutriboost HK-45 došlo i do blagog povećanja koncentracije fosfora i kalija u kukuruza u odnosu na kontrolu. Limitirajući faktor u uzgoju u kontroliranim uvjetima bila je količina svjetla, a kako bismo dobili što preciznije i realnije rezultate, poljske pokuse bilo bi dobro postaviti na tlu istih kemijskih osobina kao tlo koje je korišteno za uzgoj u posudama.

**Ključne riječi:** precizna gnojidba, mikrognojiva, kemijska svojstva kukuruza

19 stranica, 8 slika, 2 tablica, 4 grafikona

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Undergraduate study Agriculture  
Dinko Osvald

### **Effect of phosphorus microfertilizers on chemical properties of maize**

**Summary:** The aim of this study was to determine the difference in the chemical properties of maize between control crops and crops where microgranulated phosphorus fertilizers Elixir Zorka fertilizer factory were applied using 5 treatments: control, Nutriboost PR, Nutriboost PR-45, Nutriboost HK, Nutriboost. The Nutriboost PK-45 treatment showed an increase in organic matter in soil after trial, while the Nutriboost HK and Nutriboost HK-45 treatments showed a slight increase in phosphorus and potassium concentrations in maize plant compared to the control. The limiting factor in cultivation under controlled conditions was the amount of light, and in order to obtain as accurate and realistic results as possible, field experiments would be well placed on soil with the same chemical properties as the soil used for pot cultivation.

**Keywords:** precise fertilization, microfertilizers, chemical properties of corn

19 pages, 8 pictures, 2 tables, 4 figures

BScThesis archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek and indigital repository od Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek

## 1. UVOD

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jednogodišnja, jednodomna biljka. Smatra se da je kukuruz donesen u Europu prvom ekspedicijom Kolumba 1492. godine, a u XVI. Stoljeću se vrlo brzo proširio po Europi (Pospišil, 2010.). Uzgojno područje kukuruza proteže se od ekvatora do 58° N (Kanada, sjeverna Europa) te do 38oS (Argentina) i 42° S (Novi Zeland). Među žitaricama kukuruz ima najveći genetički potencijal rodosti među žitaricama, najistraženija je biljna vrsta u genetici i selekciji. Stvoreni su hibridi kukuruza vrlo kratke vegetacije za uzgoj u hladnijim predjelima, hibridi za određene namjene (povećan sadržaj ulja, proteina, šećera, hibridi veće lisne mase za siliranje), kao i hibridi pogodni za uzgoj na manje povoljnim tlima (kisela tla, alkalna tla i sl.). Kukuruz je, pored pšenice i riže, najzastupljenija žitarica na svjetskim oranicama (Kovačević i Rastija, 2014.). Prema podacima Organizacije za prehranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda 2019. godine kukuruz se uzgajao na 1,148,487,291 ha u svijetu s ukupnim udjelom u svjetskoj proizvodnji u Americi (49,2%), Aziji (32,1%), Europi (11,6%) i Africi (7,1%). Najveći proizvođači kukuruza u svijetu su Sjedinjene Američke Države, Kina, Brazil, Argentina i Ukrajina. U Republici Hrvatskoj prema podacima Državnog zavoda za statistiku proizvodnja kukuruza je iznosila 282 000ha uz prosječan prinos od 9 tona po hektaru. Prosječan kemijski sastav zrna kukuruza (% ST) uz 14% vode u zrnu iznosi 8-16% bjelančevina, 63-75% ugljikohidrata, 3-7% masti, 2-3% celuloze i 1-2% mineralnih tvari. Kukuruz je sirovinska osnova za oko tisuću različitih industrijskih proizvoda (različiti prehrambeni proizvodi, škrob, alkohol, ulje, dječja hrana, farmaceutska i kozmetička sredstva, tekstilni proizvodi i dr.) te za proizvodnju bioetanol (Kovačević i Rastija, 2014.). Cilj upotrebe mikrogranuliranih gnojiva je preciznije doziranje i distribucija mineralnog gnojiva radi efikasnijeg iskorištavanja hraniva od strane biljaka, a njihovom primjenom se postiže brži, intenzivniji i efikasniji porast biljaka što dovodi do ujednačenijeg sklopa, bržeg zatvaranja redova, manjeg razvoja korova, ali i boljeg čuvanja vlage u usjevu. Adsorpcija fosfora od strane biljaka je rezultat mnogobrojnih procesa koji se odvijaju u biljci, u tlu i na površini korijena. Korijen usvaja fosfor u obliku  $H_2PO_4$  I  $HPO_4$  iona. (Gotlin, 1967.) Usvajanje fosfora iz tla se odvija istim intenzitetom kao i porast biljke odnosno stvaranje suhe tvari. Kukuruz u cijelom ranom porastu uzme malo fosfora, svega nekoliko kilograma, ali bez obzira na to njegov nedostatak se tada najviše opaža. Nakon ranog porasta fosfor se nastavlja ubrzano uzimati iz tla i u fazi svilanja i tada je već 50% uzet od ukupne količine u cijeloj vegetaciji. Prilikom stvaranja zrna fosfor se počinje prebacivati iz drugih dijelova biljke u zrno pa se na kraju vegetacije gotovo 4/5 od ukupno

uzete količine fosfora nalazi u zrnu. (Pucarić, 1997.) Metoda uzgoja biljaka u posudama razvijena je zbog okolišnih čimbenika (biotski i abiotiski) koji značajno utječu na visinu prinosa kako bi se mogao utvrditi utjecaj pojedinih elemenata biljne ishrane na visinu prinosa eliminiranjem značajnog utjecaja čimbenika okoliša. (Đurđević, 2014.) Biljka je najbolji indikator stanja hraniva u tlu i učinkovitosti gnojidbe. Biljka svojim izgledom te postignutim urodom ili njegovom kvalitetom daje odgovore na sva pitanja uz fertilizaciju i ishranu, te su zbog toga vegetacijski pokusi dobar način za utvrđivanje potrebe gnojidbe. Prednost pokusa u kontroliranim uvjetima u usporedbi s pokusima koji se provode u polju je u tome što je moguće postaviti veći broj pokusa, s više tretmana i ponavljanja pri čemu se istovremeno može testirati više varijanti i razina gnojidbe na više različitih tala pri tome su uvjeti uzgoja pouzdaniji jer su kontrolirani i ne ovise o vremenskim uvjetima. (Vukadinović i Bertić, 2013.)

Cilj ovog rada bio je kroz provođenje pokusa u posudama utvrditi učinak fosfornih mikrognjojiva na promjenu kemijskih svojstava kukuruza.

## 2. MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Pokus je postavljen u laboratoriju u kontroliranim uvjetima gdje je kukuruz posijan u posude te praćen do pojave 4. lista, odnosno 15 dana.

### 2.1. Uzorkovanje tla i analiza osnovnih svojstava tla prije gnojidbe

Prije postavljanja pokusa, 25.siječnja 2021. (Slika 1) na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek sa pokusne parcele na lokalitetu Antunovac uzorkovano je tlo. Tlo je uzorkovano pedološkom sondom na dubini od 30 cm. Laboratorij Zavoda za agroekologiju i zaštitu okoliša utvrđena su osnovna kemijska svojstva tla (pH u vodi, pH u KCl, humus, higroskopska vlaga, kalcijev karbonat, fosfor i kalij) . Kemijske analize su obavljene sukladno ISO standardima za analizu kontrole plodnosti tla.



Slika 1. Pripremljen uzorak tla-početno stanje, za analizu

(Izvor: Brigita Popović, 2021.)

Dubina uzorkovanja tla ovisi o namjeni odnosno načinu gospodarenju tla, dakle za ratarske usjeve dubina uzorkovanja tla je oranični sloj 0-30 cm. Prosječni uzorak tla čine 20-25 pojedinačnih uzoraka koji su izvađeni s iste parcele. Prosječni uzorak treba smanjiti na konačnu masu 0,5-1 kg metodom četvrtanja zbog velikog broja poduzoraka. Neposredno nakon dolaska u laboratorij, uzorci tla se čiste od primjesa (lišće, biljnih ostataka, skeleta i



sl.) i usitnjavaju prstima. Sušenje uzoraka treba obaviti na zraku u posebnim prostorijama kako ne bi došlo do djelovanja laboratorijskih plinova, prašine i sl. Postupak sušenja tla traje 7 dana. Osušeni se uzorak tla usitnjava i prosijava kroz sito okruglih otvora 2mm, dio koji prođe kroz sito naziva se sitna frakcija, a dio koji ostane na situ se naziva krupna frakcija i nju treba odstraniti. Zadnji korak je homogenizacija uzoraka, a svrha je postizanje potpune homogenizacije uzorka tla ( Lončarić i sur., 2014.)

Glavna svrha uzorkovanja i agrokemijske analize tla je utvrđivanja prosječne raspoloživosti hraniva ( N, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Ca, Mg i mikroelementi) i ostalih svojstava tla (humus, pH, tekstura, kapacitet adsorpcijskog akompleksa) koja značajno utječu na djelotvornost gnojiva i poboljšivača tla te hraniva u tlu. (Lončarić i sur., 2014.)

## **2.2. Priprema tla za pokus**

Prije sjetve kukuruza u posude tlo je trebalo izmrviti na sitnije frakcije (Slika 2) i odvojiti primjese koje su se nalazile u tlu. Posude u koje se sijalo sjeme kukuruza su prvobitno morale imati rupice na dnu kako bi voda mogla otjecati. Nakon toga posude volumena 20 l su se stavile na podložak i punile se usitnjenim tlom.



Slika 2. Usitnjavanje tla

(Izvor: Dinko Osvald, 2021.)

### 2.3. Gnojidba

Gnojidba ovisi o plodnosti tla, planiranom prinosu i uvjetima proizvodnje. Racionalna gnojidba temelji se na rezultatima provedene kemijske analize tla. Gnojidba treba biti prilagođena uvjetima proizvodnje, ekonomski isplativa i ekološki prihvatljiva. Da bi ostvario dobre prinose, kukuruz iz tla treba usvojiti određenu količinu biljnih hraniva. Za prinos 8-10 t/ha zrna kukuruz prosječno usvoji: 240-300 kg/ha dušika (N); 80-120 kg/ha fosfora ( $P_2O_5$ ); 180-250 kg/ha kalija ( $K_2O$ ). Dio ukupnih potreba za hranivima kukuruz će zadovoljiti iz tla, a dio je potrebno osigurati pravilnom gnojidbom (<https://www.savjetodavna.hr/>). Mikrogranulirana startna gnojiva Elixir Zorka, koja smo koristili u pokusu, imaju dobro izbalansiran odnos hranjivih tvari: primarnih, sekundarnih i esencijalnih mikroelemenata, koji stimuliraju rast biljke u početnim fazama razvoja i doprinose boljem ukorjenjivanju biljke. Pokus je obuhvaćao sljedeće tretmane (Slika 3):

1. Kontrola
2. Nutriboost PR
3. Nutriboost PR-45
4. Nutriboost HK
5. Nutriboost HK-45



Slika 3. Prikaz gnojiva

(Izvor: Dinko Osvald, 2021.)

Nakon usitnjavanja tla i punjenja posuda pravile su se po 3 rupe u svakoj posudi koje su bile dubine 5 cm i zatim se u njih apliciralo precizno izvagano gnojivo (Slika 4). Preporučena doze gnojiva bile su 25 kg/ha što je iznosilo 2,5 g/m<sup>2</sup> tj 0,25 g po posudi ili 0,0833 g po biljci.

U predsjetvenoj ili startnoj gnojidbi gnojivo se u tlo unosi tanjuranjem prije sjetve ili deponatorom za gnojivo u samoj sjetvi. U toj se gnojidbi unosi podjednaki odnos biljnih hranjiva u sjetveni sloj kako bi se potaknulo bolje klijanje i nicanje te početni rast kukuruza (Stojić, 2009.).



Slika 4. Dodavanje gnojiva u posude

(Izvor: Dinko Osvald, 2021.)

Cilj upotrebe mikrogranuliranih gnojiva je preciznije doziranje i distribucija mineralnog gnojiva radi efikasnijeg iskorištavanja hraniva od strane biljaka. Granule su veličine 0.5-1,2 mm ostvaruju veću dodirnu površinu sa tlom, bržu difuziju hraniva, a time i njihovo intenzivno usvajanje od strane biljaka. Primjenom mikrogranuliranih gnojiva postiže se brži, intenzivniji i efikasniji porast biljaka. To dovodi do ujednačenijeg sklopa, bržeg zatvaranja redova, manjeg razvoja korova, ali i boljeg čuvanja vlage u usjevu. Mikrogranulirano gnojivo predstavlja učinkovit spoj iskorištenja i brzog djelovanja ključnih hranjivih

elemenata čime se postiže veći, stabilniji i sigurniji prinos uz povećanje profitabilnosti proizvodnje (<https://www.elixirzorka.rs/>)

Adsorpcija fosfora od strane biljaka je rezultat mnogobrojnih procesa koji se odvijaju u biljci, u tlu i na površini korijena. Korijen usvaja fosfor u obliku  $H_2PO_4$  I  $HPO_4$  iona. U obliku  $H_2PO_4$  iona biljke lakše usvajaju fosfor, pa ga uglavnom u tom obliku i usvajaju, dok ga u obliku  $HPO_4$  iona teže i manje usvajaju (Gotlin, 1967.)

Usvajanje fosfora iz tla praktično se odvija istim intenzitetom kao i porast biljke odnosno stvaranje suhe tvari. U cijelom ranom porastu kukuruz uzme malo fosfora - nekoliko kilograma, no bez obzira na to, nedostatak fosfora najčešće se tada opaža. Razlog tome jest slaba moć korijena za usvajanje hraniva i mali volumen tla u kojem se nalazi klicin i prvi pravi korijen te niska koncentracija pristupačnog fosfora u tlu. Nakon ranog porasta fosfor se dalje nastavlja ubrzano uzimati iz tla i u fazi svilanja već je u biljkama 50% od ukupne uzete količine u cijeloj vegetaciji, a skoro isto toliko stvoreno je i suhe tvari. Uzimanje fosfora, isto kao i dušika, traje do kraja vegetacije. Stvaranjem zrna, počinje i prebacivanje fosfora iz drugih dijelova biljke u zrno, i to više nego dušika, pa na kraju vegetacije gotovo 4/5 od ukupno uzete količine fosfora nalazi se u zrnu, a ostatak u kukuruzovini (Pucarić i sur., 1997.).

#### **2.4. Sjetva kukuruza u posude**

Sjetva kukuruza (Slika 5) izvršena je 2. veljače 2021. odmah nakon dodavanja gnojiva na dubini od 5 cm. Posijano sjeme smo zatrpali i blagim stiskom nabili kako bi se stvorio što bolji kontakt između sjemena i tla. Posijano je sjeme hibrida Pioneer P0412 FAO grupe 520-tri biljke po posudi. Kukuruz je biljka kratkog dana i ima velike potrebe za svjetlosti, posude su prenesene u kontrolirane uvjete temperature i svjetla na režim dan-noć 12:12.

Temperatura, vlaga tla te kvaliteta sjemena ovisi o duljini razdoblja od sjetve do nicanja. Zrno prvo upija vodu, zatim bubri, započinje klijanje i dalje slijedi porast mlade klice. Sjetva kukuruza počinje kada je temperatura tla 12-15°C, u sjetvenom sloju tla uz prisustvo 15 mm aktivne vode. (Pospišil, 2010.)

Pucarić i sur., (1997.) navode da je pri normalnoj dubini sjetve i dovoljnoj vlažnosti tla od sjetve do nicanja prođe:

-5 do 6 dana ako je temperatura 21°C

-8 do 10 dana ako je temperatura 15-5 do 18°C

-12 dana ako je temperatura 14°C

-18 do 20 dana ako je temperatura 10 do 13°C



Slika 5. Sjetva kukuruza

(Izvor: Dinko Osvald, 2021.)

### *2.1.1. Klijanje*

Nakon sjetve sjeme kukuruza upija vodu iz tla i nabubri. Zatim počinje razgradnja rezervnih tvari iz zrna (škroba, bjelančevina, masti) na jednostavnije sastojine koje prelaze u klicu. Klica tada počinje rasti i koristiti razgrađene tvari za svoj rast, te počinje klijanje (Pucarić i sur., 1997.) Izlazak klicinog korijena iz sjemena nazivamo klijanje, trenutak kada korijen dostigne polovicu dužine sjemena smatramo početkom klijanja. Uvjeti za klijanje su toplina, voda i kisik. Minimalna temperatura koja je potrebna za klijanje je oko 10°C (8-12°C), optimalna 32-35°C, a maksimalna 40-45°C. Sposobnost sjemena da proklija u određenim uvjetima naziva se klijavost, a razlikujemo poljsku i laboratorijsku klijavost. Laboratorijska klijavost se ispituje u kontroliranim odnosno optimalnim uvjetima stoga je nešto viša u odnosu na poljsku klijavost. Za određivanje klijavosti kukuruza u laboratoriju postoji posebna metoda koja se zove cold test. (Kovačević i Rastija, 2014.) Metoda cold test nam pokazuje kvalitetu sjemena odnosno njegovu vitalnost kod povećane vlage i nižih

temperatura, te u nepovoljnim klimatskim uvjetima u vrijeme sjetve i toku nicanja služi kao dobar indikator za kvalitetu sjemena. (Gotlin, 1967.)

### 2.1.2. Nicanje

Nakon klijanja prvi listić obavijen i zaštićen koji se naziva koleoptila prodire kroz tlo i izbija na površinu tla, puca i tako prvi listići mogu izaći van. Taj proces se naziva nicanje (Slika 6) kukuruza (Pucarić i sur., 1997). Kako bi se umanjio negativan utjecaj niskih temperatura na brzinu nicanja, kukuruz je potrebno sijati na dubini 6-8 cm na lakim tlima, 3-5 cm na teškim te 6-10 cm na tresetnim tlima. Optimalna dužina razdoblja od sjetve do nicanja je 10 dana, 15 dana je tolerantna, a iznad 15 dana dolazi do oštećenja i propadanja biljaka (Pospišil, 2010.)



Slika 6. Nicanje kukuruza

(Izvor: Brigita Popović. 2021.)

Listovi kukuruza se pojavljuju određenom dinamikom. Prva tri lista kukuruza nastaju 5-7 dana nakon nicanja na račun pričuvne tvari sjemena. Četvrti do sedmi list javljaju se u intervalu 3-5 dana jedan za drugim i tada biljka prelazi na autotrofni način ishrane (Kovačević i Rastija, 2014.)

### 2.1.3. Vegetacijski pokusi

Metoda uzgoja biljaka u posudama (Slika 7) razvijena je zbog okolišnih čimbenika (biotski i abiotski) koji značajno utječu na visinu prinosa kako bi se mogao utvrditi utjecaj pojedinih elemenata biljne ishrane na visinu prinosa eliminiranjem značajnog utjecaja čimbenika okoliša. (Đurđević, 2014.) Biljka je najbolji indikator stanja hraniva u tlu i učinkovitosti gnojidbe. Biljka svojim izgledom te postignutim urodom ili njegovom kvalitetom daje odgovore na sva pitanja uz fertilizaciju i ishranu, te su zbog toga vegetacijski pokusi dobar način za utvrđivanje potrebe gnojidbe. Prednost pokusa u kontroliranim uvjetima u usporedbi s pokusima koji se provode u polju je u tome što je moguće postaviti veći broj pokusa, s više tretmana i ponavljanja pri čemu se istovremeno može testirati više varijanti i razina gnojidbe na više različitih tala pri tome su uvjeti uzgoja pouzdaniji jer su kontrolirani i ne ovise o vremenskim uvjetima. Nedostaci su ti što zbog male količine tla u posudama moguće su velike greške u preračunavanju, korijen biljke prožima u cijelosti malu količinu tla, njegov rast je ograničen, nema podoraničnog sloja tla, različita je aktivnost mikroorganizama, biljke su dobro opskrbljene vodom itd. (Vukadinović i Bertić, 2013.)



Slika 7. Uzgoj biljaka u posudama

(Izvor: Dinko Osvald, 2021.)

## 2.5. Priprema biljnog materijala

Biljke kukuruza su se pažljivo vadile iz posuda, a potom se korijen odvajao od ostatka biljke, te pažljivo ispirao destiliranom vodom (Slika 8) i stavio na papir da se prosuši. Nakon pripreme biljnog materijala koja je podrazumijevala sušenje, mljevenje i razaranje uzoraka mokrom digestijom smjesom kiselina i vodikovog peroksida na bloku za razaranje, određen je kemijski sastav nadzemnog dijela korijena kukuruza.

U biljnom materijalu određeni su primarni makroelementi dušik, fosfor i kalij.



Slika 8. Pranje korijena kukuruza

(Izvor: Dinko Osvald, 2021.)



### 3. REZULTATI I RASPRAVA

#### 3.1. Rezultati analize tla

Osnovna kemijska svojstva utvrđena su u laboratoriju Zavoda za Agroekologiju i zaštitu okoliša. Kemijske analize obavljene su sukladno ISO standardima za analizu kontrole plodnosti.

Tablica 1. Kemijska svojstva tla – početno stanje

Uzorak	pHH <sub>2</sub> O	pHKCl	Humus	CaCO <sub>3</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-K <sub>2</sub> O	Dubina
Početno stanje	8,39	7,33	2,48	2,56	26,60	38,99	30 cm

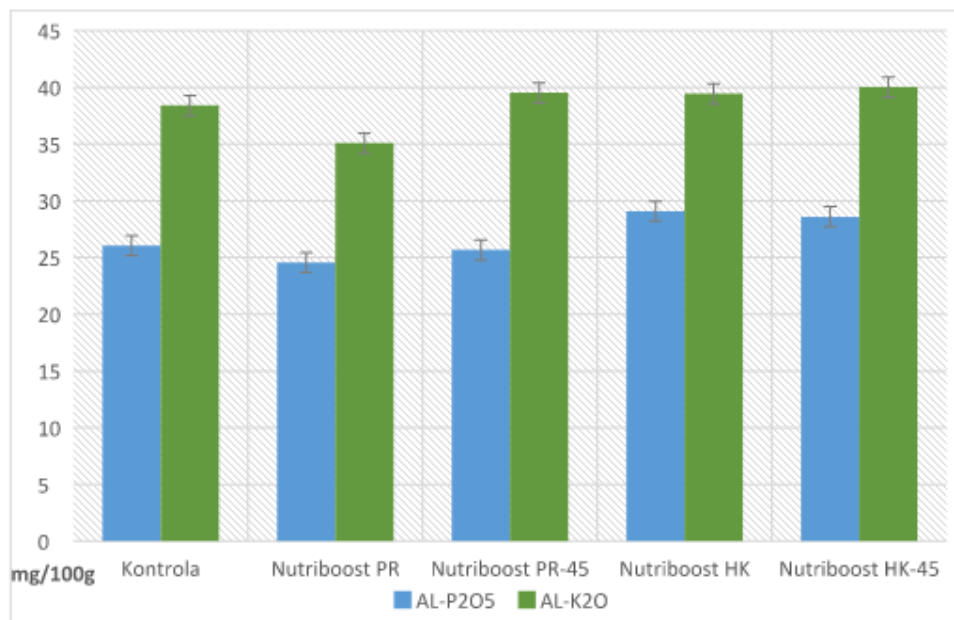
Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da je tlo blago karbonatne reakcije, dobro opskrbljeno humusom, dobro opskrbljeno fosforom i bogato opskrbljeno kalijem (Tablica 1). S obzirom na opskrbljenost fosforom i pH vrijednost tlo je bilo pogodno za postavljanje pokusa. Na tlu ovakve pH reakcije fosforna gnojiva su učinkovitija, iako stvaraju Ca-fosfate, nego na tlima kisele reakcije, pogotovo u uvjetima kada postoji mogućnosti povećanja koncentracije fosfora u tlu (tla salve do srednje opskrbljenosti fosforom). Značajan utjecaj na dinamiku raspoloživosti fosfata ima veličina čestica fosfatnih gnojiva jer sitnije čestice znače veću aktivnu površinu s tlom, a time i brže razlaganje fosfata iako i ono značajno ovisi o pH reakciji tla.

Nakon završetka pokusa uzgoja kukuruza u posudama tlo iz posuda po tretmanima je ponovno analizirano na osnovna kemijska svojstva sukladno ISO standardima (Tablica 2). Ovakav postupak nije uobičajen kod ovakve vrste istraživanja jer je vegetacijsko razdoblje koje se promatralo vrlo kratko, ali može nam ukazati na korisne informacije u daljnjem provođenju vegetacijskih pokusa na otvorenom.

Tablica 2. Kemijska svojstva tla – nakon pokusa

Tretman	pHH <sub>2</sub> O	pHKCl	Humus	CaCO <sub>3</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-K <sub>2</sub> O	Dubina
Kontrola	8,27	7,53	2,48	3,41	26,06	38,40	30 cm
Nutriboost PR	8,27	7,44	2,38	2,98	24,56	35,07	30 cm
Nutriboost PR-45	8,22	7,35	3,03	3,83	25,66	39,52	30 cm
Nutriboost HK	8,22	7,37	2,48	2,56	29,07	39,43	30 cm
Nutriboost HK-45	8,24	7,42	2,47	3,83	28,60	40,01	30 cm

Do značajnijih promjena kemijskih svojstava tla nije došlo što je očekivano, zabilježen je porast organske tvari kod tretmana Nutriboost PR-45 što ne mora biti posljedica primijenjenog mikrognojiva nego slučajnost. U svakom slučaju potrebno je obratiti pažnju na tu pojavu prilikom provođenja vegetacijskih pokusa na otvorenom. Kada promatramo dva osnovna elementa ishrane fosfor i kalij možemo reći da nije zabilježena nikakva značajnija promjena u odnosu na kontrolu iako je primjenom tretmana Nutriboost HK i Nutriboost HK-45 došlo do blagog povećanja koncentracije fosfora i kalija u odnosu na kontrolu (Grafikon 1). Tlo je ostalo u istoj klasi opskrbljenosti ovim elementima.

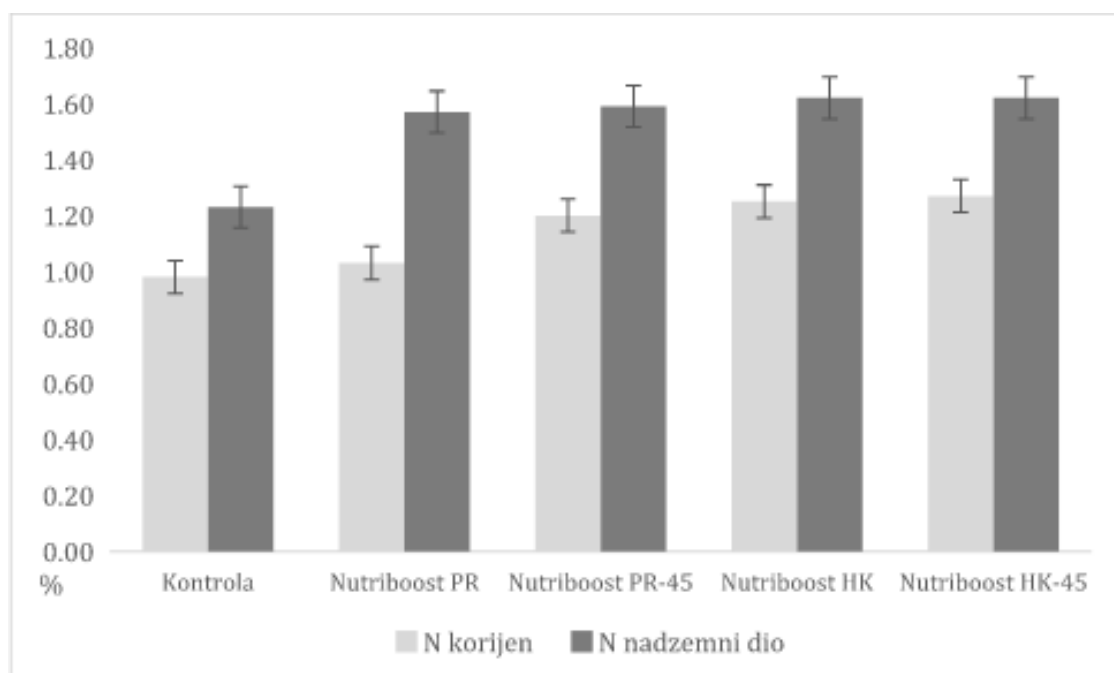


Grafikon 1. Promjena koncentracije biljci pristupačnog fosfora ovisno o tretmanu

### 3.2. Analiza kemijskih svojstava kukuruza

U biljnom materijalu određeni su primarni makroelementi: dušik, fosfor i kalij.

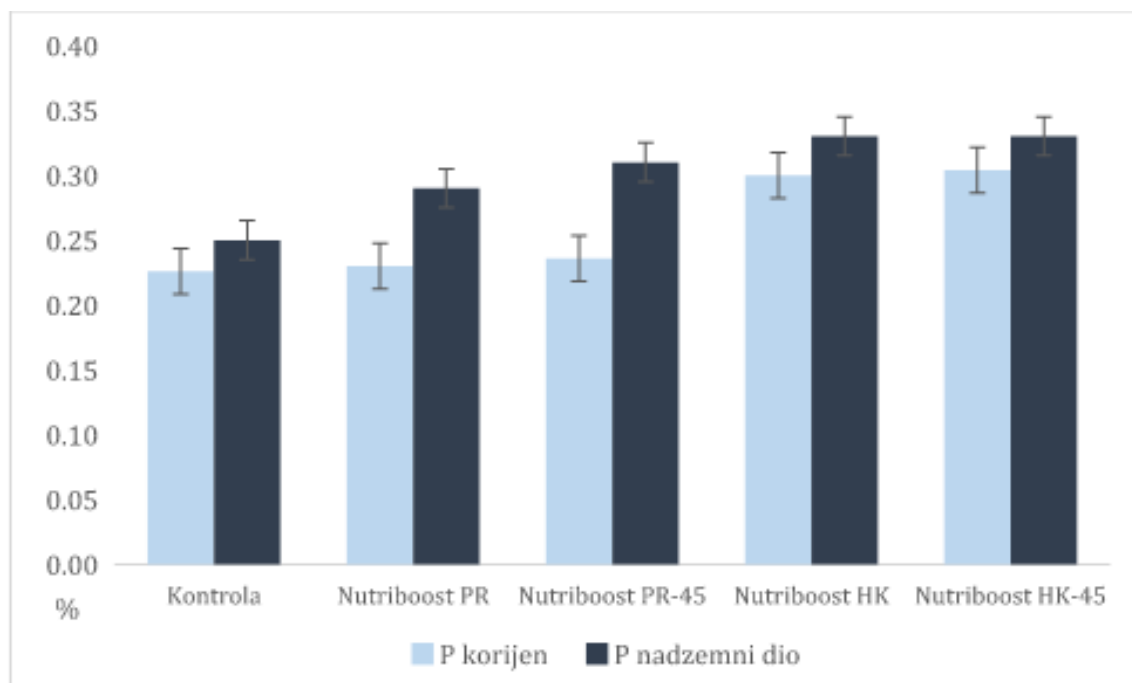
U korijenu se sadržaj dušika kretao od 0,98 (kontrola) do 1,27 % Nutriboost HK-45. Međutim i u ostalim uzorcima na drugim tretmanima zabilježen je sličan sadržaj dušika u korijenu. Sadržaj dušika u nadzemnom djelu se kretao od 1,23 (kontrola) do 1.62 % Nutriboost HK i Nutriboost HK-45 (Grafikon 2). Ovo su uobičajene koncentracije dušika u kukuruзу.



Grafikon 2. Sadržaj dušika u biljci ukuruza ovisno o tretmanu

U prosjeku suha tvar biljaka sadrži između 2 i 5 % dušika. Biljke su veliki sakupljači dušika, ugrađuju ga tijekom čitave vegetacije u organsku tvar obavljajući transformaciju mineralne u organsku formu. Raspoloživost dušika zbog velike potrebe za njim, nedovoljne mobilizacije iz organskih rezervi, velike pokretljivosti nitrarnog oblika i gubitaka, vrlo je često ograničavajući čimbenik rasta i prinosa (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

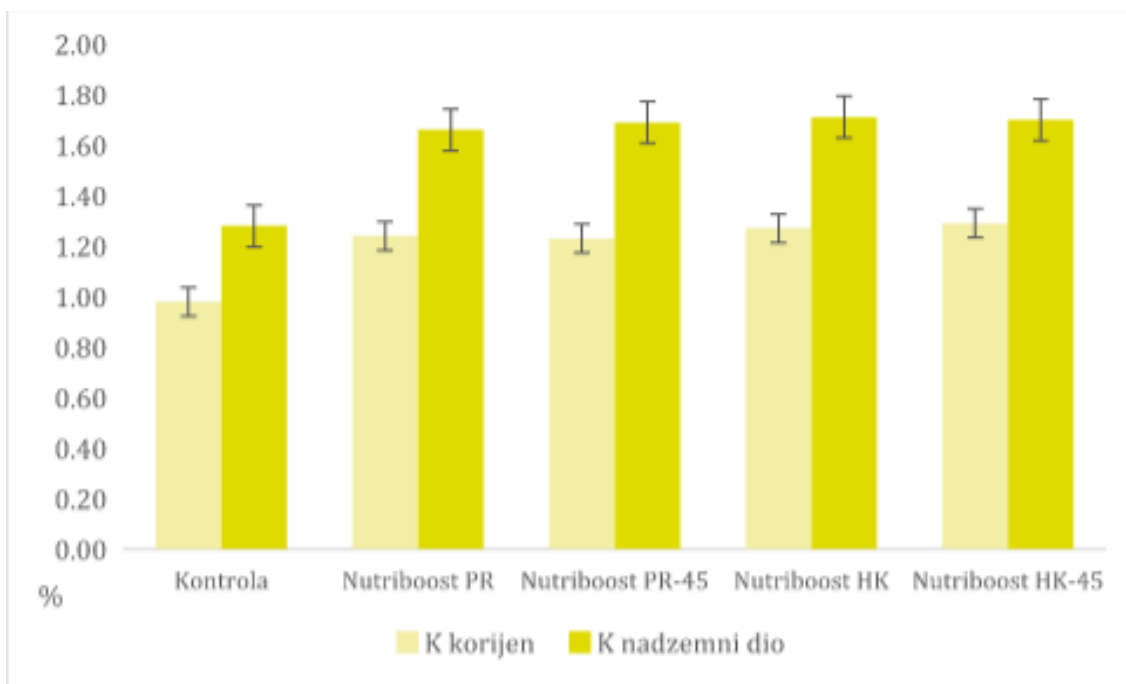
Sadržaj fosfora u korijenu kretao se od 0,23 do 0,30% ovisno o tretmanu, a u nadzemnom dijelu od 0,25 (kontrola) do 0.33% Nutriboost HK i Nutriboost HK-45 (Grafikon 3).



Grafikon 3. Sadržaj fosfora u biljci kukuruza ovisno o tretmanu

Koncentracija fosfora u biljkama prosječno je 0,3 do 0,5 %. Biljke fosfor usvajaju isključivo u anorganskom obliku kao  $H_2PO_4^-$  i  $HPO_4^{2-}$ , a ugrađuju ga u organsku tvar bez redukcije. Reprodukcijski dijelovi i mlađa tkiva sadrže relativno više anorganskog fosfora. Biljka najveće potrebe za fosforom ima na početku vegetacije u intenzivnom razvoju korijenovog sustava i kod prijelaza iz vegetacijske u reproduktivnu fazu života. Rana potreba biljaka za fosforom često uzrokuje nakon nicanja biljaka njegov akutni nedostatak u uvjetima kada je temperatura tla još niska ili korijen nema dovoljno kisika, uglavnom zbog suviška vlage (Vukadinović i Vukadinović, 2011.)

Sadržaj kalija imao je istu dinamiku usvajanja kao i ostala dva elementa s najnižim utvrđenim sadržajem u korijenu na kontroli 0,98 %, a najvišim na tretmanu Nutriboost HK-45 1,29 %. Sadržaj kalija u nadzemnom dijelu imao nešto drugačiju distribuciju pri čemu je najviši sadržaj kalija utvrđen na tretmanu Nutriboost HK (Grafikon 4).



Grafikon 4. Sadržaj kalija u biljci kukuruza ovisno o tretmanu

Za razliku od dušika i fosfora kalij ne sudjeluje ni u jednom organskom spoju kao građevni element. Ali time njegova važnost nije umanjena. U biljci se nalazi uglavnom u obliku topivih anorganskih i organskih soli. Najvažnija uloga kalija u biljci je kod regulacije koloida plazme gdje povoljno utječe na bubrenje. Biljke usvajaju kalij u obliku njegovog kationa  $K^+$ . (Gotlin, 1967.) Koncentracija kalija u biljkama dostiže ponekad 5% na suhu tvar pa ga biljke zahtijevaju gotovo koliko i dušika (2-5 % u ST), a neke kaliofilne vrste čak i više. Kalij se smatra elementom mladosti jer mu je koncentracija viša u mlađim biljkama, najveći dio usvoji se do cvjetanja, ali ga često starije lišće sadrži ukupno više od mlađeg. (Vukadinović i Vukadinović, 2011.)

Kada govorimo o usvajanju hraniva uzgojem biljnih vrsta u posudama tada je važno napomenuti da je sadržaj usvojenog hraniva do pojave 4 lista kod kukuruza podrazumijeva usvajanje 1 % fosfora i 4 % kalija dok se od pojave 4 lista do faze sušenja svile usvaja 73 % fosfora i 96 % kalija.

Međutim, moguće je uzgojiti biljnu vrstu do faze razvijenog klipa, ali tada je posude neophodno prebaciti iz kontroliranih uvjeta fitotrona u otvoreno polje ili plastenike zbog potrebe kukuruza za svjetlom koje u fitotronima najčešće biva limitirajući faktor uzgoja.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Provođenjem istraživanja uzgoja kukuruza u posudama utvrđeno je da je uzgoj kukuruza u posudama, u kontroliranim uvjetima moguć i daje pouzdane rezultate za daljnja istraživanja i provođenje gnojidbenih pokusa na otvorenom. Ograničavajući čimbenik uzgoja u kontroliranim uvjetima je svjetlo. Do značajnih kemijskih promjena nije došlo, kod tretmana Nutriboost PK-45 došlo je do porasta organske tvari, što ne mora biti utjecaj apliciranog mikrognojiva nego slučajnost. Primjenom tretmana Nutriboost HK i Nutriboost HK-45 došlo je do blagog povećanja koncentracije fosfora i kalija u odnosu na kontrolu. Provedbom pokusa na otvorenom polju u stvarnim proizvodnim uvjetima doći će se do stvarnog zaključka postoji li razlika između primijenjenih tretmana.

## 5. POPIS LITERATURE

1. Đurđević, B. (2014.): Praktikum iz ishrane bilja. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 71.
  2. Gotlin, J. (1967.): Suvremena proizvodnja kukuruza. Agronomski glasnik, Zagreb, 715.
  3. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): Žitarice. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 235.
  4. Lončarić, Z., Rastija, D., Popović, B., Karalić, K., Ivezić, V., Zebec, V. (2014.): Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 56.
  5. Pospišil, A. (2010.): Ratarstvo I. dio. ZRINSKI d.d., Čakovec, 221.
  6. Pucarić, A., Ostojić, Z., Čuljat, M. (1997.): Proizvodnja kukuruza. Hrvatski zadružni savjet, Zagreb, 123.
  7. Stojić, B. (2009.): Pravilna gnojidbe kukuruza - temelj prinosa. Glasnik zaštite bilja, 32 (5). 92-95.
  8. Vukadinović, V., Bertić, B. (2013.): Filozofija gnojidbe: Sve što treba znati o gnojidbi. Autorska naklada, Osijek, 125.
  9. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 442.
- web stranice
10. <https://www.savjetodavna.hr/2021/03/23/gnojidba-kukuruza/> (6.7.2021.)
  11. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2020/01-01-18\\_01\\_2020.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2020/01-01-18_01_2020.htm) (6.7.2021.)
  12. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (6.7.2021.)
  13. <https://www.elixirzorka.rs/> (6.7.2021.)