

# Utjecaj fosfatizacije i godine uzgoja na prinos zrna kukuruza

---

Jović, Jurica

Master's thesis / Diplomski rad

2013

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:152958>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



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  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Jurica Jović, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ FOSFATIZACIJE I GODINE UZGOJA NA PRINOS ZRNA KUKURUZA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2013.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Jurica Jović, absolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ FOSFATIZACIJE I GODINE UZGOJA NA PRINOS ZRNA KUKURUZA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Vlado Kovačević, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mirta Rastija, mentor
3. prof. dr. sc. Domagoj Rastija, član

Osijek, 2013.

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| <b>1. UVOD</b>                                     | 1  |
| 1.1. Cilj istraživanja                             | 3  |
| <b>2. PREGLED LITERATURE</b>                       | 4  |
| 2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje kukuruza      | 4  |
| 2.2. Fosfor u tlu i biljci                         | 6  |
| 2.3. Utjecaj fosfatizacije na povećanje prinosa    | 8  |
| <b>3. MATERIJAL I METODE</b>                       | 11 |
| 3.1. Opis analiziranog područja                    | 11 |
| 3.2. Vremenske prilike tijekom vegetacije          | 12 |
| 3.3. Svojstva tla                                  | 12 |
| 3.4. Karakteristike pokusa                         | 13 |
| 3.5. Priprema tla, sjetva i berba                  | 15 |
| <b>4. REZULTATI</b>                                | 17 |
| 4.1. Utjecaj fosfatizacije na prinos zrna kukuruza | 17 |
| 4.2. Sklop kukuruza i udio sterilnih biljaka       | 19 |
| 4.3. Vlažnost zrna u berbi                         | 21 |
| <b>5. RASPRAVA</b>                                 | 23 |
| <b>6. ZAKLJUČAK</b>                                | 28 |
| <b>7. POPIS LITERATURE</b>                         | 29 |
| <b>8. SAŽETAK</b>                                  | 32 |
| <b>9. SUMMARY</b>                                  | 33 |
| <b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b>            | 34 |
| <b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b>                    | 35 |

## 1. UVOD

Kada je riječ o poljoprivredi, neophodno je spomenuti kako je ona, s jedne strane, znanost koja povezuje mnoge znanstvene discipline u jednu znanstvenu cjelinu, s druge strane, bitno je naglasiti kako je poljoprivreda jedna od najvažnijih i najstarijih gospodarskih grana, koja ima svoju važnost glede tehničko-tehnološkog i gospodarsko-ekonomskog razvoja. Poljoprivreda je u svojoj povijesti uvijek osiguravala biološku egzistenciju čovjeka, gdje je proizvodnjom određene količine hrane pružala čovjeku životnu sigurnost. Kako iz godine u godinu zabilježavamo rast ljudske populacije, došlo se do zaključka da današnji opseg proizvodnje hrane ne zadovoljava ljudske potrebe za istom. Tako se poljoprivreda našla pred novim izazovom - Kako uspješno spojiti teoriju i praksu te unaprijediti poljoprivredu da bi se na istim površinama povećala proizvodnja hrane?

Žitarice su u poljoprivrednoj proizvodnji nezamjenjive kako u prehrani ljudi i hranidbi stoke tako i u nizu prerađivačkih i drugih industrijskih grana. Kukuruz je, uz pšenicu i rižu, najrasprostranjenija žitarica na svjetskim oranicama. U Bosni i Hercegovini te u državama regije, najveći značaj u proizvodnji žitarica ima unaprijeđenje uzgoja pšenice i kukuruza.

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jednogodišnja, jednodomna, stranooplodna kulturna biljka. Pradomovinom kukuruza smatra se područje današnjeg Meksika te je u Europu dospio tek nakon otkrića Amerike i to zahvaljujući Kolumbu 1492. godine. Kukuruz je jedna od najzastupljenijih žitarica na današnjim svjetskim oranicama što je rezultat širokog areala rasprostranjenosti te je i najistraženija biljna vrsta u genetici i selekciji na što ukazuje postojanje hibrida kukuruza različite duljine vegetacije, kao i hibrida za različite namjene. Uz sve navedeno, kukuruz ima najveći potencijal rodosti od svih žitarica.

Od svih osam rodova kukuruza najbitniji je rod *Zea* koji ima samo jednu vrstu - *Zea mays*. Vrsta *Zea mays* ima nekoliko podvrsta: *Zea mays ssp. indentata* (zuban), *Zea mays ssp. indurata* (tvrdunac), *Zea mays ssp. amilacea* (škrobni kukuruz), *Zea mays ssp. ceratina* (voštani kukuruz), *Zea mays ssp. saccharata* (šećerac), *Zea mays ssp. amilosaccharata* (škrobni šećerac), *Zea mays ssp. everta* (kokičar) i *Zea mays ssp. tunicata* (pljevičar). Najveći gospodarski značaj imaju hibridi zubana i tvrdunca te šećerac i kokičar.

Uzgojno područje kukuruza je od ekvatora do 58° sjeverne geografske širine i do 38° južne geografske širine. Optimalno uzgojno područje je od 15 do 45° sjeverne geografske širine i od 21 do 35° južne geografske širine, dok se najviše kukuruza uzgaja između 30 i 55° sjeverne geografske širine. Područje Posavskog kantona nalazi se u optimalnom uzgojnom području za uzgoj kukuruza.

Prema statističkim podacima FAOSTAT Database (FAO, 2013.) kukuruz je u 2011. godini prosječno uzgajan na oko 170 milijuna hektara svjetskih oranica uz ukupnu proizvodnju od oko 883,4 milijuna tona i prosječni prinos od 5,18 t ha<sup>-1</sup>. Najveće površine zasijane kukuruzom imaju SAD (oko 33 milijuna ha), Kina (oko 33 milijuna ha), Brazil (oko 13 milijuna ha) i Meksiko (oko 6 milijuna ha). Najveće površine zasijane kukuruzom u Europi imaju Ukrajina (oko 3,5 milijuna ha), Rumunjska (oko 2,5 milijuna ha) te Rusija i Francuska (oko 1,5 milijuna ha). Prema podacima FAOSTAT, prosječni prinosi kukuruza u 2011. godini iznosili su za SAD 9,2 t ha<sup>-1</sup>, za Kinu 5,7 t ha<sup>-1</sup>, za Brazil 4,2 t ha<sup>-1</sup> i za Meksiko 2,9 t ha<sup>-1</sup>, dok su prosječni prinosi kukuruza u europskim državama iznosili za Ukrajinu 6,4 t ha<sup>-1</sup>, za Rumunjsku 4,5 t ha<sup>-1</sup>, za Rusiju 4,3 t ha<sup>-1</sup> te za Francusku 10,2 t ha<sup>-1</sup>. Površine pod kukuruzom u BiH u 2011. godini iznosile su oko 196 000 hektara, a prosječni prinos iznosio je oko 3,8 t ha<sup>-1</sup>. U Republici Hrvatskoj kukuruz se u razdoblju 2000. – 2010. godine prosječno uzgajao na oko 350 000 ha uz ostvareni prosječni prinos od 5,9 t ha<sup>-1</sup>.

Veliko je gospodarsko značenje kukuruza u prehrambenoj, kemijskoj, farmaceutskoj i nizu drugih industrija. Kukuruz može poslužiti kao osnova za oko tisuću različitih industrijskih proizvoda kao što su lijekovi, alkohol, autogume, škrob itd. U prehrani ljudi ima značajnu ulogu kako u izvornom obliku tako i u prerađenim oblicima, a nezamjenjiva je njegova primjena u hranidbi stoke gdje se koristi kao hrana u zrnu ili kao silaža. U zadnje vrijeme, osobito u SAD- u, dobiva velik značaj u proizvodnji biogoriva.

Povećanje genetskog potencijala rodosti određenih kultura je jedan od načina kako se na istim površinama može povećati proizvodnja te osigurati dostatna količina hrane za ljudsku populaciju. Međutim, poljoprivreda je „tvornica pod vedrim nebom“ i postoji veliki broj

vanjskih čimbenika koji utječu na uzgoj ratarskih kultura, a na koje čovjek ne može utjecati, pa je ostvarenje genetskog potencijala rodnosti gotovo nemoguća misija.

Isto tako, jedan od načina kako se može povećati proizvodnja je mnoštvo agrotehničkih meliorativnih mjera, kojima se nastoji poboljšati plodnost tla te tako stvoriti što optimalnije uvjete za rast i razvoj biljaka kako bi se na kraju približno mogao postići genetski potencijal rodnosti određene kulture. Jedna od takvih meliorativnih mjera u poljoprivredi je fosfatizacija tla kojom se u tlo, s ustanovljenim manjkom ili neraspoloživosti fosfora, unose veće količine biljci pristupačnog fosfora kako bi se time osigurala određena količina fosfora potrebna za normalan rast i razvoj biljke.

Dosadašnja istraživanja su pokazala kako se fosfatizacijom tala siromašnih biljkama pristupačnim fosforom mogu znatno povećati prinosi zrna određenih usjeva. Sama fosfatizacija nije dovoljna kako bi se povećanje prinosa ostvarilo, već su potrebne precizne i kvalitetne agrotehničke mjere te povoljni vremenski uvjeti za uzgoj pojedine kulture kako bi učinak fosfatizacije došao do što boljeg izražaja.

Na području Bosanske Posavine nalazimo dosta tala koja su siromašna biljci pristupačnim fosforom. Tako nedostatak fosfora često predstavlja ograničavajući faktor plodnosti tla što rezultira nižim prinosima pojedinih kultura u tom uzgojnom području. Iz navedenog je vidljiva potreba za postavljanjem pokusa fosfatizacije na području Bosanske Posavine, kako bi se došlo do preciznijih saznanja vezano za nedostatak fosfora te kako bi se unaprijedila poljoprivredna proizvodnja u tom kraju.

### 1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak vremenskih prilika i fosfatizacije tla na prinose zrna kukuruza na području općine Odžak (BiH, FBiH), tijekom 2011. i 2012. godine.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje kukuruza

Kukuruz je biljka koja ima velike potrebe prema toplini i njegova vegetacija se odvija u toplom dijelu godine, odnosno vegetacija kukuruza mora se uklopiti u dio godine bez mraza. Ekonomično troši vodu, međutim, potrebe za vodom su mu vrlo velike te ovise o pojedinoj fazi rasta u kojoj se kukuruz nalazi kao i o temperaturi zraka. Nakon sjetve potrebna je dovoljna količina vlage kako bi zrno počelo bubriti te započelo klijanje. Uz povoljnu vlagu u fazama klijanja i nicanja potrebna je i odgovarajuća temperatura tla. Kukuruz se u našem području sije kada se temperatura tla sjetvenog sloja stabilizira na oko 10 °C, ali je optimalna temperatura za proizvodne uvjete oko 25 °C. U ranom porastu kukuruza poželjne su skromnije količine oborina kako bi se provocirao rast korijena u dubinu. U ovoj fazi poželjne su temperature zraka iznad 15 °C. U vrijeme klijanja i nicanja kukuruz može biti izložen niskim temperaturama zraka što ima za posljedicu povećanu potrošnju pričuvnih tvari, poremećena je pretvorba i transport tvari u klicu i veća je mogućnost infekcije.

U vrijeme ranog porasta, do faze 6-8 listova, kukuruz može podnijeti temperature najviše do -3°C, ali u razdoblju intenzivnog porasta već kod temperatura od oko 0 °C su moguća trajna oštećenja vegetativnog vrha. U ovoj fazi više štete nanose dugotrajne niske temperature ispod + 15 °C koje mogu usporiti, odnosno zaustaviti rast i razvoj, listovi gube prirodnu zelenu boju i općenito vegetativni organi postaju slabi i vodenasti, te je povećana sklonost pojavi bolesti i napadu štetočina.

U fazama intenzivnog porasta, cvatnje i oplodnje potrebna je dovoljna količina vlage uz optimalnu temperaturu zraka od 18 °C do 20 °C, odnosno od 22 °C do 23 °C u fazama formiranja, nalijevanja i sazrijevanja zrna. Za vrijeme cvatnje i oplodnje kukuruz ne podnosi visoke temperature i nisku relativnu vlagu zraka. Općenito, temperature iznad 26 °C su kritične za postizanje visokih prinosa (Shaw, 1988.).

Potrebe kukuruza prema vodi se mijenjaju ovisno o fazi rasta i razvoja, a kritično razdoblje potreba kukuruza prema vodi je od oko dva tjedna prije i do oko dva tjedna nakon metličanja.



Stres uzrokovan sušom i visokim temperaturama zraka te nedostatak vlage u ljetnim mjesecima često su uzrok nižih prinosa. Manjak vode u razdoblju najintenzivnijeg porasta može dovesti do manje začetih, odnosno manje realiziranih cvjetova. U vrijeme cvatnje i oplodnje nedostatak vode uzrokuje sterilnost cvjetova, kraća je sposobnost polena za oplodnju, a rast svile je usporen te se ona suši i propada, što ima za posljedicu smanjenu oplodnju i pojavu „nedovršenog” klipa. Nedostatak vode u vrijeme formiranja i nalijevanja zrna skraćuje trajanje nalijevanja, što ima za posljedicu manju masu zrna i konačno niži prinos zrna. Višak vode se u našem podneblju može javiti u proljeće i često je povezan s niskim temperaturama, a posljedice su odgađanje termina sjetve kukuruza, usporavanje rasta i kloroza, te otežano primanje fosfora u biljku.

Vremenske prilike, pogotovo količina i raspored oborina i srednje temperature zraka imaju značajnu ulogu u formiranju prinosa ratarskih usjeva. Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja su uglavnom rezultat vremenskih prilika, pogotovo oborinskog i temperaturnog režima u sezonama uzgoja (Kovačević i sur., 2005.). Pravilo je da su veće količine dobro raspoređenih oborina i niže temperature zraka tijekom tri ljetna mjeseca povoljnije za uzgoj kukuruza (Kovačević i sur., 2010).

Kovačević i Josipović (2005.) potvrdili su kako nedostatak oborina uz povišene temperature zraka za vrijeme ljetnog razdoblja u Istočnoj Hrvatskoj dovodi do znatno nižih prinosa zrna kukuruza. Kovačević i sur. (2009.) uspoređivali su prinose zrna kukuruza u Istočnoj Hrvatskoj s količinama oborina i srednjim temperaturama zraka u dvije za kukuruz različito povoljne godine. U povoljnoj 2005. godini ostvaren je prosječni prinos od  $7,22 \text{ t ha}^{-1}$ , a u nepovoljnoj, sušnoj 2007. godini prosječan prinos je iznosio samo  $4,72 \text{ t ha}^{-1}$ . Tijekom razdoblja svibanj-kolovoz 2005. godine zabilježeno je 567 mm oborina, a srednja temperatura zraka iznosila je  $19,1 \text{ }^\circ\text{C}$ . U istom razdoblju u nepovoljnoj 2007. godini bilo je samo 161 mm kiše uz temperaturu zraka od  $21,6 \text{ }^\circ\text{C}$ .

U našoj regiji su u svezi vremenskih prilika sve aktualnije posljedice suše, osobito tijekom ljetnog razdoblja, tj. srpnja i kolovoza. Poboljšanje biljne proizvodnje u tom smislu može se postići uzgojem otpornijih genotipova, ali i prilagodbom tehnologije sušnijim uvjetima (npr.

vrijeme i kvaliteta obrade tla, odgovarajuća gnojidba i kondicioniranje tla i sl.), činjenica je da se većina nepovoljnih svojstava tla može popraviti agromelioracijskim mjerama (Kovačević i Ivezić, 2000.).

## **2.2. Fosfor u tlu i biljci**

Opće je poznato kako fosfor u prirodi, tlu i biljkama, nalazimo u peterovalentnom obliku te da ulazi u građu vrlo značajnih organskih spojeva kao što su nukleoproteidi, enzimi, fosfolipidi i dr. U tlu potječe iz procesa razgradnje matičnih stijena, ponajviše apatita te ulazi u sastav velikog broja različito topljivih minerala, ali se nalazi i vezan u organskoj tvari tla te mu je stoga sadržaj u litosferi vrlo promjenjiv. Spojevi fosfora su različito raspoloživi biljkama pa tako razlikujemo (1) vodotopljive fosfate, (2) fosfor topljiv u kiselinama - slabim ili jakim, (3) fosfor topljiv u lužnatim otopinama te (4) teško topljivi fosfor. Biljke usvajaju fosfor isključivo u anionskom obliku te ga u organsku tvar, za razliku od dušika i sumpora, ugrađuju bez redukcije. Ciklus fosfora sastoji se od razgradnje fosfornih spojeva u tlu, njihovog usvajanja biljkama i ponovnog nastanka minerala tla.

Sadržaj fosfora u biljkama iznosi prosječno 0,3-0,5%, a reproduksijski dijelovi i mlađa tkiva sadrže relativno više anorganskog fosfora. Najveće potrebe biljaka za fosforom su u intenzivnom razvoju korjenovog sustava i kod prijelaza iz vegetacijskog u reproduksijsko razdoblje (Vukadinović i Lončarić, 1998.). Poznato je kako je nedostatak fosfora vrlo česta pojava, a prvi simptom je slabi i usporeni rast biljaka. Kod jače izraženog nedostatka slabije se razvija korjenov sustav, cvjetanje i zrioba biljaka kasne, smanjena je tvorba proteina uz povišen sadržaj amida i nizak sadržaj vitamina. Nedostatkom fosfora i njegovim otežanim usvajanjem dolazi do smanjenja hranidbene vrijednosti poljoprivrednih proizvoda uz znatno niži prinos. Povećanom sintezom antocijana dolazi do pojave crvenkaste ili purpurne nijanse što signalizira duži nedostatak fosfora. Kod strnih žitarica i kukuruza crvenkasta boja se javlja tipično na rukavcima donjeg lišća. Kod većeg sadržaja fosfora u tlu smanjeno je usvajanje cinka što je posebice značajno za kukuruz kod kojega fosfor često inducira deficit cinka uz akumulaciju većih količina željeza.

Općenito, fosfor je jedan od najmanje dostupnih i najnepristupačnijih elemenata u tlu te je često značajan limitirajući čimbenik prinosa (Vance et al., 2003.). Prema nekim procjenama 5,7 milijardi hektara svjetskih obradivih površina ima premalu količinu dostupnog fosfora za optimalnu biljnu proizvodnju (Batjes, 1997.). Niz autora navodi da ukupan sadržaj fosfora u tlu može biti relativno visok, ali da je veliki dio fosfora najčešće u nepristupačnim oblicima. Biljke primaju fosfor u anionskom obliku, većinom kao  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  čija je koncentracija u otopini tla često vrlo niska. Fosfor je podložan interakcijama s ostalim elementima, što također umanjuje njegovu raspoloživost. Holford (1997.) navodi da čak do 80% gnojdbom dodanog fosfora može biti fiksirano u tlu.

Glavni čimbenik koji određuje pristupačnost fosfora i oblik anorganskog fosfora u tlu je pH reakcija tla. Pokretljivost fosfora najveća je između pH 6,0 do 6,5 (Bergmann, 1992.), dok Marschner, (1995.) navodi da je pristupačnost fosfora limitirana jednako u kiselim kao i u alkalnim tlima. U neutralnim i alkalnim tlima uz veću prisutnost kalcija dolazi do kemijske sorpcije fosfatnih aniona i stvaranja Ca-fosfata, koji su ipak lakše topljivi od fosfata seskvioksida koji se formiraju u kiselim tlima gdje su prisutne veće količine slobodnih Al i Fe iona (Vukadinović i Lončarić, 1998.).

Osim o pH vrijednosti, pristupačnost fosfora ovisi i o nizu drugih činitelja kao što su sadržaj karbonata, seskvioksida i teških metala, količina humus i gline, temperature, vodo-zračni odnosi u tlu i mikrobiološka aktivnost. Suša, nedostatak kisika, a naročito niske temperature sprječavaju primanje fosfora te se na mladim biljkama mogu pojaviti simptomi nedostatka ovog elementa (Slika 1.), čak i ako je utvrđena njegova optimalna razina u tlu (Bergmann, 1992.).



Slika 1. Simptomi otežanog usvajanja fosfora

### **2.3. Utjecaj fosfatizacije na povećanje prinosa**

Komljenović i sur. (2010.) su u svom istraživanju analizirali reakciju kukuruza na fosfatizaciju kiselog hidromorfno tla na području Bosanske Posavine te su došli do saznanja kako je fosfatizacijom prinos kukuruza povećan za 17% u odnosu na kontrolu.

Marković i sur. (2006.) u svom radu promatraju fosfor kao limitirajući faktor u uzgoju kukuruza na području sjeverne Bosne i Hercegovine te navode kako su zaostajanje rasta biljaka u početnim fazama rasta i razvoja te uočena kloroza listova kukuruza tipične pojave za nedostatak fosfora u tlu. Takve pojave su česte s obje strane rijeke Save, kako na području Republike Hrvatske tako i na području Bosne i Hercegovine. Nadalje, navode kako je fosfatizacijom prinos kukuruza, u odnosu na prinos kontrole, povećan za 32% u 2004. godini, odnosno za 17% u 2005. godini.

Kovačević i Banaj (2004.) su u svom istraživanju usporedili četiri pokusa fosfatizacije na području Republike Hrvatske, od navedenih pokusa dva pokusa (A i B) bila su identična i

postavljena na hidromorfnom tlu u Brodsko-posavskoj županiji u obalnom pojasu rijeke Save. Tretmani pokusa su bili sljedeći: a) kontrola; b) a + 750 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; c) a + 1500 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Rezultati su pokazali kako je na pokusu A prinos kukuruza na površinama fosfatizacije bio povećan za 18% u odnosu na kontrolu, dok na pokusu B nije bilo značajnih razlika između prinosa kukuruza na površinama fosfatizacije i prinosa na kontroli.

Antunović i sur. (2012.) u svom istraživanju navode kako su fosfatizacijom tla na području općine Odžak (BiH) uspjeli povećati prinos soje za 20% u odnosu na kontrolu. Općenito, svi tretmani fosfatizacije su imali veće prinose u odnosu na kontrolni tretman. Nadalje navode kako su prinosi soje uslijed nepovoljnih vremenskih prilika bili smanjeni te da je prosječni prinos pokusa iznosio 2361 kg ha<sup>-1</sup>.

Primjena većih količina fosfora i kalija mogla bi biti rješenje za poboljšanje iskorištenja svojstava tla (Kovačević i sur., 2006.; Lončarić i sur., 2005.; Banaj i sur., 2006.; Rastija i sur., 2006.).

Valkama i sur. (2009.) navode kako je povećanom gnojidbom fosfora došlo do umjerenog povećanja prinosa svih kulturnih biljaka uzgajanih na području Finske te da je učinak gnojidbe ovisan o svojstvima pojedinih tala na kojima su se provodila istraživanja.

Kovačević i Vukadinović (1992.) u svom radu navode kako limitirajući faktori u ostvarenju visokih prinosa nekih ratarskih kultura može biti sama niska raspoloživost biljci pristupačnog fosfora ili pak kombinacija niske raspoloživost biljci pristupačnog fosfora i niske razine kalija.

Popović i sur. (2010.) u svom istraživanju opisuju promjene tla kisele reakcije s niskim sadržajem biljci pristupačnog fosfora i kalija nakon primjene većih količina fosfora i kalija te postupka kalcizacije tla. Pokus je postavljen s različitim količinama NPK gnojiva. Na tretmanu s najvećom primjenjenom količinom NPK gnojiva ustanovljeno je povećanje biljci pristupačnog fosfora s 9,40 na 21,43 mg 100 g<sup>-1</sup> tla, a kalija sa 17 na 25,5 mg 100 g<sup>-1</sup> tla. Kalcizacijom je također došlo do povećanja razine biljci pristupačnog fosfora, međutim, istovremeno je došlo do smanjenja razine kalija u tlu.

Komljenović i sur (2009.) u svom radu navode kako je fosfatizacijom došlo do značajnog povećanja prinosa kukuruza na području sjeverne Bosne i Hercegovine. Tretmani fosfatizacije su povećali prosječne prinose kukuruza za 32% (2004.), 14% (2005.) te za 26% (2006.) u odnosu na prosječne prinose kontrola pojedinih godina. Uslijed nepovoljnih vremenskih prilika u 2007. godini (suša) došlo je do izostajanja učinka fosfatizacije uz vrlo niske prosječne prinose kukuruza (kontrola = 3,33 t ha<sup>-1</sup>).

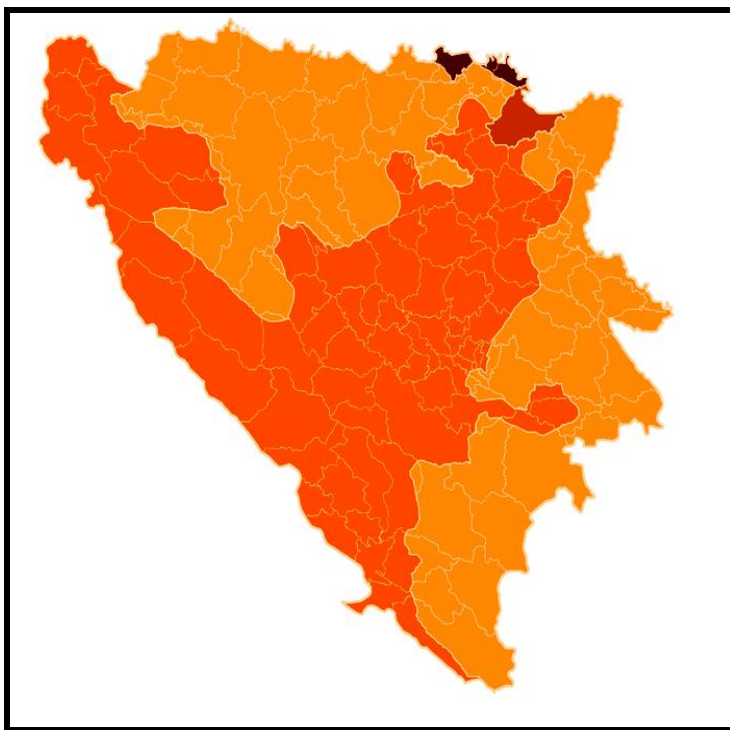
Kovačević i sur. (2010.) u svom radu navode da su testirali četiri lokacije vezano za fosfatizaciju. Kako su različite lokacije imale i različita svojstva tla, tako je i učinak same fosfatizacije bio specifičan za pojedinu lokaciju. Općenito, fosfatizacijom je došlo do umjerenog povećanja prinosa kukuruza, posebice na tlima kisele reakcije. Znatne razlike prinosa u pojedinim godinama istraživanja mogu se pripisati povoljnim, odnosno nepovoljnim vremenskim prilikama za uzgoj kukuruza.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Opis analiziranog područja

Federacija Bosne i Hercegovine (FBiH) zauzima 51% od ukupne teritorije Bosne i Hercegovine. FBiH se sastoji od deset kantona od kojih je Posavski kanton najmanji te njegova površina iznosi 324,6 km<sup>2</sup> ili 1,24% od cjelokupne površine Federacije (Slika 2.). Nalazi se na sjeveru Bosne i Hercegovine uz južnu obalu rijeke Save i sastoji se od dva teritorijalno odvojena dijela. Prirodnu granicu prema sjeveru (Republika Hrvatska) čini rijeka Sava dok Republika Srpska čini granicu prema zapadu, istoku i jugu. Posavski kanton je podijeljen na tri općine: Domaljevac-Šamac (44,4 km<sup>2</sup>), Odžak (158,4 km<sup>2</sup>) i Orašje (121,8 km<sup>2</sup>).

Područje kantona okarakterizirano je umjerenom kontinentalnom klimom s prosječnom godišnjom količinom oborina od oko 800 mm dok je prosječna godišnja temperatura zraka između 10 i 11 °C.



1. **Federacija Bosne i Hercegovine**
2. **Republika Srpska**
3. **Brčko Distrikt**
4. **Posavski kanton**

Slika2. Karta Bosne i Hercegovine ([http://en.wikipedia.org/wiki/Posavski\\_kanton](http://en.wikipedia.org/wiki/Posavski_kanton))

### 3.2. Vremenske prilike tijekom vegetacije

U Tablici 1. obrađeni su meteorološki podaci za postaju Gradište u blizini Županje (RH). Postaja se nalazi oko 20 km sjeveroistočno od postavljenog pokusa. Zbog neznatne udaljenosti između postaje i pokusa može se zaključiti da su vremenske prilike na oba mjesta bile slične.

Tablica 1. Meteorološki podaci za postaju Gradište tijekom vegetacijskog razdoblja proljetnih kultura u 2011. i 2012. godini te višegodišnji prosjek 1961. - 1990.

| Godina                  | Količina oborine (mm) i srednje temperature zraka (°C) |      |         |      |        |      |        |      |         |      |     |      |
|-------------------------|--|------|---------|------|--------|------|--------|------|---------|------|-----|------|
|                         | Travanj  |      | Svibanj |      | Lipanj |      | Srpanj |      | Kolovoz |      | Σ   | X    |
|                         | mm   | °C   | mm      | °C   | mm     | °C   | mm     | °C   | mm      | °C   | mm  | °C   |
| 2011.                   | 15   | 13,9 | 48      | 16,8 | 38     | 21,1 | 84     | 22,4 | 4       | 23,5 | 189 | 19,5 |
| 2012.                   | 90   | 13,0 | 76      | 16,9 | 39     | 22,8 | 16     | 25,5 | 3       | 24,9 | 224 | 20,6 |
| Prosjek<br>1961.- 1990. | 53   | 11,5 | 66      | 16,7 | 81     | 19,6 | 72     | 21,2 | 66      | 20,7 | 338 | 17,9 |

Tijekom vegetacije proljetnih kultura u 2011. i 2012. godini zabilježen je nedostatak oborina popraćen povišenim temperaturama zraka, odnosno suša. Ukupna količina oborina za određeno razdoblje (travanj-kolovoz) iznosila je 189 mm u 2011., a 224 mm u 2012., što bi značilo da je 2012. godina bila povoljnija za uzgoj kukuruza. Međutim, u 2012. je u travnju i svibnju palo 166 mm oborina što je spriječilo prodiranje korijena kukuruza u dublje slojeve tla te je kukuruz u nastavku vegetacije bio osjetljiviji na sušu. Ukupna količina oborina u tri ljetna mjeseca u 2011. godini iznosila je 126 mm, dok je u 2012. iznosila 58 mm. Uz nedostatak oborina u tri ljetna mjeseca u 2012. godini, nepovoljno su djelovale i izrazito visoke temperature zrake te je 2012. godina okarakterizirana kao izrazito nepovoljna za uzgoj kukuruza.

### 3.3. Svojstva tla

Na području općine Odžak preliminarno je uzeto devet prosječnih uzoraka za utvrđivanje osnovnih agrokemijskih svojstava tla, na osnovu kojih je odabrana površina za postavljanje



pokusa fosfatizacije. Uzorci tla su uzeti s oraničnog sloja ašovom tako da je s prosječno 10 mjesta sa svake parcele uzeto otprilike 5 cm širine srednjeg dijela tla do dubine koju zahvaća ašov (oko 25 cm). Nakon uzimanja uzoraka, tlo je usitnjeno prstima i izmiješano kako bi se dobio homogeni uzorak. Slijedilo je sušenje uzoraka na zraku, mljevenje uzoraka te njihova priprema za agrokemijske analize. Uzorci su analizirani na Zavodu za agroekologiju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Utvrđena je aktualna i supstitucijska kiselost tla (pH u vodi i 1M KCl-u) elektrokemijskim mjerenjem, sadržaj karbonata, sadržaj humusa bikromatnom metodom i sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalija AL-metodom (Egner et al.). Pokusna parcela je karbonatno aluvijalno tlo alkalne reakcije, vrlo slabo opskrbljeno biljkama pristupačnim fosforom i bogato pristupačnim kalijem (Tablica 2.)

Tablica 2. Rezultati agrokemijske analize uzorka tla

| pH (H <sub>2</sub> O) | pH (KCl) | Humus<br>% | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>mg (100 g) <sup>-1</sup> tla | K <sub>2</sub> O<br>mg (100 g) <sup>-1</sup> tla | CaCO <sub>3</sub><br>% |
|-----------------------|----------|------------|---|--|------------------------|
| 8,09                  | 7,36     | 2,07       | 5,9   | 23,64  | 1,68                   |

### 3.4. Karakteristike pokusa

Priprema za postavljanje pokusa je obavljena na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku odmah nakon dobivenih rezultata analize tla. Određena je optimalna shema pokusa, potrebna količina gnojiva i izvor fosfora, te potrebna oprema za postavljanje pokusa.

Pokus je postavljen 12. ožujka 2011. godine na Poljoprivrednom gospodarstvu Dragan Jović i Anto Sebešić, na području općine Odžak, FBiH.

Poljski pokus je postavljen prema slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja, a između blokova napravljene su staze širine 1 m (Slika 3.). Veličina površine pokusa iznosila je 1200 m<sup>2</sup>, odnosno veličina osnovne (gnojidbene) parcele 60 m<sup>2</sup> (10 m dužine i 6 m širine). Varijante gnojidbe i plan pokusa prikazane su shemom na Slici 4. Na svim parcelama provedena je osnovna gnojidba fosforom koja je iznosila 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, što je ujedno bila i kontrolna varijanta (A). Izvor fosfora u osnovnoj gnojidbi bio je trostruki superfosfat (36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0,5%

Fe topivog u vodi; proizvođač Adriatico Spa Loreo, Italija). Kao izvor fosfora za pojedine tretmane s povećanim količinama fosfora, služio je monoamonijev fosfat - MAP (13% N + 53% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; Petrokemija Tvornica gnojiva Kutina, Hrvatska).



Slika 3. Mreža pokusa

Budući da je s monoamonijevim fosfatom dodana i određena količina dušika, bilo je potrebno izjednačiti količinu dušika na pojedinim tretmanima do razine od 196 kg ha<sup>-1</sup> što je učinjeno dodatkom KAN-a (27% N + 4,8% MgO), a količine dušika navedene su u Tablici 3.

Tablica 3. Količine dušika dodane MAP-om te potrebne količine KAN-a za izjednačenje dušika do 196 kg ha<sup>-1</sup>

| Tretman | Gnojidba  | N iz MAP-a (kg ha <sup>-1</sup> ) | Potrebna količina KAN-a po parceli (kg) |
|---------|---|-----------------------------------|---|
| A       | kontrola (75 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )  | 0                                 | 4,35                                    |
| B       | kontrola + 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 49                                | 3,26                                    |
| C       | kontrola + 400 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 98                                | 2,18                                    |
| D       | kontrola + 800 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 196                               | 0                                       |
| E       | kontrola + 1200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> | 294                               | 0*                                      |

\* Količina dušika na tretmanima A,B,C i D iznosila je 196 kg ha<sup>-1</sup>, dok je količina dušika na tretmanu E iznosila 294 kg ha<sup>-1</sup>

Kako je agrokemijskom analizom tla utvrđeno da se radi o tlu bogatom pristupačnim kalijem, odlučeno je izostaviti gnojidbu kalijem u prve dvije godine (2011. i 2012.) pokusa. Gnojidba je obavljena ručno za svaku pojedinu osnovnu parcelicu (Slika 5.) te je gnojivo zatanjurano u tlo.

| Ponavljanje |          | IV       | III      | II | I |
|-------------|----------|----------|----------|----|---|
| <b>A</b>    | <b>C</b> | <b>D</b> | <b>E</b> |    |   |
| <b>B</b>    | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>D</b> |    |   |
| <b>E</b>    | <b>B</b> | <b>A</b> | <b>C</b> |    |   |
| <b>C</b>    | <b>D</b> | <b>E</b> | <b>B</b> |    |   |
| <b>D</b>    | <b>E</b> | <b>C</b> | <b>A</b> |    |   |

A) = kontrola – 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>  
 B) = kontrola + 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>  
 C) = kontrola + 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>  
 D) = kontrola + 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>  
 E) = kontrola + 1200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>

Slika 4. Varijante gnojidbe i plan pokusa fosfatizacije

### 3.5. Priprema tla, sjetva i berba

Priprema tla započela je jesenskim oranjem na dubinu od 30 cm. Žetveni ostaci su usitnjeni tarupom te zaorani. U proljeće je nastavljena priprema tla zatvaranjem zimske brazde. Uoči sjetve obavljena je predsjetvena priprema tla uz korištenje roto-drljače. Priprema tla je bila identična za obje godine.

Sjetva je u 2011. godini obavljena 18. travnja, dok je u 2012. godini obavljena 31. ožujka. Korištena je četveroredna pneumatska sijačica za kukuruz. U obje godine uzgajan je hibrid OSSK 596 (Poljoprivredni Institut Osijek). U 2011. godini razmak unutar reda bio je 25 cm, a u 2012. godini 26 cm. Razlog tome bile su najave da će 2012. godine suša biti još izraženija

nego u 2011. te se povećanjem razmaka unutar reda pokušalo osigurati optimalni vegetacijski prostor za pojedinu biljku. Međuredni razmak iznosio je 70 cm.

Borba protiv korova obavljena je zemljišnim herbicidom te je po potrebi obavljeno i naknadno suzbijanje korova sistemčnim herbicidom. Uz kemijsko suzbijanje korova provedena je i jedna međuredna kultivacija kada je kukuruz bio u fazi 7-8 listova.



Slika 5. Ručna raspodjela gnojiva

Berba je obavljena u drugoj polovici mjeseca rujna. Ručno je obrano po 3 središnja reda kukuruza sa svake osnovne parcele te je određena masa klipova. Tijekom berbe određen je broj klipova po parceli i broj biljaka kako bi se utvrdio realizirani sklop. Sa svake parcelice je iz mase klipova odvojen prosječni uzorak od pet klipova za određivanje vlažnosti zrna i udjela oklaska. Prinos zrna kukuruza izračunat je pomoću mase klipa po parcelici, udjela oklaska i sadržaja vode u zrnu i izražen u  $t\ ha^{-1}$  s 14% vlage i ostvareni sklop.

Vaganja potrebne količine gnojiva te klipova kukuruza obavljena su s električnom vagom KERN ( $d = 50$ ), a vlažnost zrna određena je pomoću vlagomjera WILE 55.

Statistička obrada podataka obavljena je analizom varijance, posebno za svaku godinu istraživanja.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Utjecaj fosfatizacije na prinos zrna kukuruza

Premda analiza varijance i F-test nisu pokazali statistički značajan učinak fosfatizacije na prinos niti u jednoj godini, ipak je vidljivo povećanje prinosa na varijantama pojačane gnojidbe fosforom, osobito u 2012. godini.

Tablica 4. Prinosi zrna na pojedinim tretmanima pokusa u 2011. i 2012. godini

| Ostvareni prinosi zrna kukuruza u 2011. i 2012. godini |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Tretman  | Gnojidba  | Prinos zrna (t ha <sup>-1</sup> ) u 2011. godini | Prinos zrna (t ha <sup>-1</sup> ) u 2012. godini |
| A  | kontrola  | 10,76  | 6,01   |
| B  | kontrola + 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 11,25  | 6,31   |
| C  | kontrola + 400 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 10,94  | 6,37   |
| D  | kontrola + 800 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 11,61  | 6,27   |
| E  | kontrola + 1200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> | 10,58  | 6,83   |
| Prosjeak   |   | <b>11,03</b>                                     | <b>6,36</b>                                      |
| F test   |   | <b>n.s.</b>                                      | <b>n.s.</b>                                      |

Prinosi zrna u 2011. godini kretali su se od 10,58 t ha<sup>-1</sup> do 11,61 t ha<sup>-1</sup>, uz prosječan prinos od 11,03 t ha<sup>-1</sup> (Tablica 4.). Prosječni prinos kukuruza na svim tretmanima fosfatizacije iznosio je 11,10 t ha<sup>-1</sup> što znači da je bio veći za 0,52 t, ili 3,2% u odnosu na kontrolni tretman. Najveća razlika prinosa ostvarena je između tretmana D s ukupno 875 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> i kontrole te je iznosila 0,85 t ha<sup>-1</sup> ili gotovo 8%. Nisu utvrđene statistički značajne razlike između prinosa tretmana fosfatizacije i kontrole.

Promatrajući vremenske prilike u tri ljetna mjeseca za 2011. godinu, očigledno je kako je 2011. godina bila sušna godina. U razdoblju lipanj - kolovoz palo je svega 126 mm oborina što je gotovo za 90 mm manja količina u odnosu na višegodišnji prosjek 1961. - 1990. Najmanje oborina palo je u kolovozu i to samo 4 mm što predstavlja 6% od referentne vrijednosti višegodišnjeg prosjeka (66 mm) za isti mjesec. Uz nedostatak oborina prevladavale su i

iznadprosječne temperature zraka u sva tri ljetna mjeseca. Tako je prosječna temperatura zraka za navedeno razdoblje u 2011. godini iznosila 22,3 °C što je za 1,8 °C više u odnosu na višegodišnji prosjek (Tablica 5.).

Tablica 5. Količine oborina i srednje mjesečne temperature zraka za tri ljetna mjeseca u 2011. i 2012. godini

| Oborine (mm) i srednje temperature zraka (°C) za tri ljetna mjeseca u 2011. i 2012. godini |            |             |           |             |             |             |
|--|------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Mjesec   | 2011.      |             | 2012.     |             | 1961.-1990. |             |
|  | mm         | °C          | mm        | °C          | mm          | °C          |
| Lipanj   | 38         | 21,1        | 39        | 22,8        | 81          | 19,6        |
| Srpanj   | 84         | 22,4        | 16        | 25,5        | 72          | 21,2        |
| Kolovoz  | 4          | 23,5        | 3         | 24,9        | 66          | 20,7        |
| <b>Σ (mm)</b>  | <b>126</b> |             | <b>58</b> |             | <b>219</b>  |             |
| <b>X (°C)</b>  |            | <b>22,3</b> |           | <b>24,4</b> |             | <b>20,5</b> |

U drugoj godini istraživanja prosječan prinos je iznosio tek 6,36 t ha<sup>-1</sup> uz variranje od 6,01 (kontrola) do 6,83 t ha<sup>-1</sup> (Tretman E) što predstavlja razliku od 0,82 t ha<sup>-1</sup>, odnosno gotovo 14% (Tablica 4.). Prosječan prinos na svim tretmanima pojačane gnojidbe fosforom (B,C,D i E) iznosio je 6,45 t ha<sup>-1</sup> te je u odnosu na kontrolu bio veći za 0,44 t ha<sup>-1</sup> odnosno 7,3%. Iako je prinos zrna kukuruza povećan za 14%, nije utvrđena statistički značajna razlika između ostvarenih prinosa na pojedinim tretmanima. Učinak fosfatizacije je vidljiv, međutim, uslijed nepovoljnih vremenskih prilika nisu ostvareni očekivani rezultati.

Prinosi zrna kukuruza u 2012. godini bili su gotovo za 45% niži u odnosu na prinose ostvarene u 2011. godini. Rezultat je to još nepovoljnijih vremenskih prilika za uzgoj kukuruza u 2012. godini, gdje je nakon sušne 2011. godine slijedila još jedna izrazito sušna godina. Tako je količina oborina za tri ljetna mjeseca u 2012. godini iznosila samo 58 mm što predstavlja gotovo jednu četvrtinu od vrijednosti višegodišnjeg prosjeka za isto razdoblje. Tijekom srpnja i kolovoza pala je zanemariva količina kiše (19 mm). Prosječna temperatura zraka u navedena tri ljetna mjeseca iznosila je 24,4 °C što je čak za 3,9 °C veća vrijednost u odnosu na referentni prosjek (Tablica 5.). Srednja mjesečna temperatura zraka za srpanj

iznosila je visokih 25,5 °C, a maksimalne dnevne temperature zraka su često prelazile i 40 °C što je znatno smanjilo prinos kukuruza, a nerijetko je došlo i do potpunog propadanja biljaka (Slika 6.)



Slika 6. Propadanje usjeva kukuruza zbog suše 2012. godine

#### **4.2. Sklop kukuruza i udio sterilnih biljaka**

Gustoća usjeva ili broj biljaka po hektaru vrlo je bitna sastavnica prinosa koja ovisi o duljini vegetacije i namjeni hibrida, ali i o klimatskim faktorima i plodnosti tla. U sušnim uvjetima poželjniji je nešto rjeđi sklop. Planirani sklop u 2011. godini iznosio je 57143 biljaka ha<sup>-1</sup>, dok je planirani sklop u 2012. godini iznosio 54946 biljaka ha<sup>-1</sup>.

U 2011. godini ostvaren je prosječni sklop pokusa od 54826 biljaka ha<sup>-1</sup> ili 95,9% od teoretskog sklopa, što je vrlo zadovoljavajuće. Međutim, 2012. godine realizacija sklopa je bila slabija i iznosila je 85,5%, odnosno ostvaren je prosječni sklop od 46990 biljaka ha<sup>-1</sup> (Tablica 6.). Takva pojava ukazuje na nepovoljne vremenske prilike tijekom uzgoja proljetnih kultura.

Iz Tablice 6. vidljivo je kako se broj biljaka po hektaru ne razlikuje znatno između pojedinih tretmana te da fosfatizacija nije utjecala na gustoću usjeva.

Tablica 6. Ostvareni sklop biljaka po pojedinim tretmanima u 2011. i 2012. godini

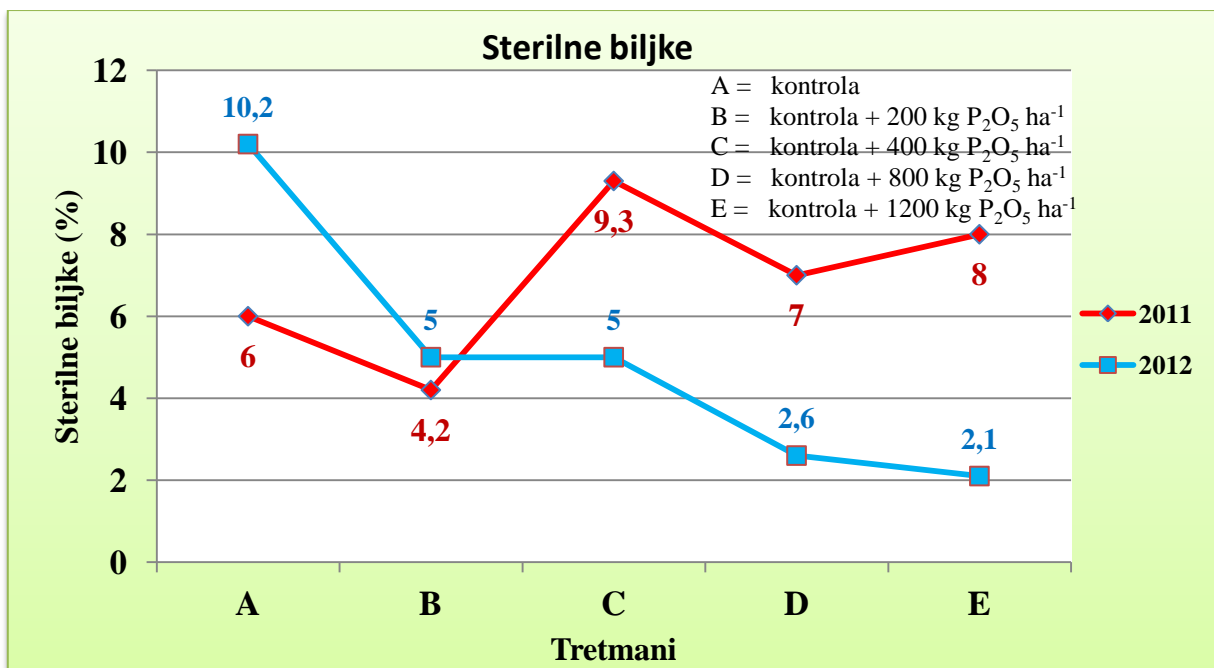
| Tretman                | Gnojidba  | 2011.                    |             | 2012.                    |             |
|------------------------|---|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
|                        |   | Sklop*                   |             | Sklop**                  |             |
|                        |   | biljaka ha <sup>-1</sup> | % TS        | biljaka ha <sup>-1</sup> | % TS        |
| A                      | kontrola  | 54633                    | 95,6        | 47453                    | 86,4        |
| B                      | kontrola + 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 55019                    | 96,3        | 48418                    | 88,1        |
| C                      | kontrola + 400 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 53861                    | 94,2        | 46296                    | 84,3        |
| D                      | kontrola + 800 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>  | 55019                    | 96,3        | 45910                    | 83,6        |
| E                      | kontrola + 1200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> | 55598                    | 97,3        | 46875                    | 85,3        |
| <b>Prosjeak pokusa</b> |   | <b>54826</b>             | <b>95,9</b> | <b>46990</b>             | <b>85,5</b> |

\* teoretski sklop(TS) = 57143; \*\* TS = 54946

Slična je situacija i kod udjela sterilnih biljaka gdje je u 2011. godini učinak fosfatizacije izostao. Najniže vrijednosti zabilježene su na kontrolnom tretmanu (6%) i na tretmanu B (4,2%), dok su na ostalim tretmanima zabilježene nešto veće vrijednosti (Grafikon 1.).

U 2012. godini je udio sterilnih biljaka manji na tretmanima fosfatizacije nego što je na kontrolnom tretmanu. Tako je udio sterlinih biljaka na kontrolnom tretmanu iznosio 10,2% dok je na tretmanima B i C iznosio 5%, a na tretmanima D i E 2,6%, odnosno 2,1%. Vidljiv je pad udjela sterlinih biljaka s povećanjem unesenih količina fosfora.



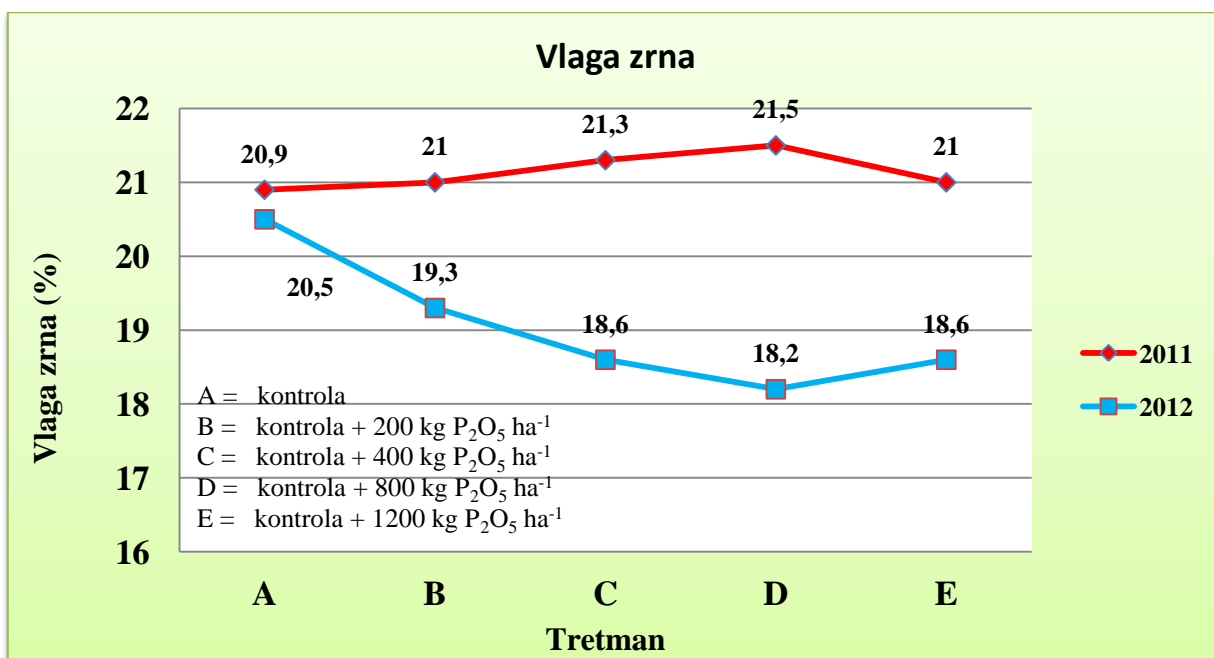


Grafikon 1. Udio sterilnih biljaka na pojedinim tretmanima u 2011. i 2012. godini

#### 4.3. Vlažnost zrna u berbi

Dinamika otpuštanja vode iz zrna nakon fiziološke zriobe ovisi o vremenskim uvjetima te o karakteristikama hibrida. Općenito, vlažnost zrna prilikom berbe bila je prilično niska, premda je berba obavljena relativno rano, u drugoj polovini rujna. To je rezultat prvenstveno iznadprosječno sušnog i toplog vremena. Godine 2011. prosječna vlažnost zrna iznosila je 21,1 %, a 2012. samo 19,0 %.

U 2012. godini je vlaga zrna u vrijeme berbe bila nešto niža na tretmanima fosfatizacije nego na kontrolnom tretmanu te proizlazi da je na tretmanima s većim količinama fosfora došlo do bržeg otpuštanja vlage iz zrna, odnosno do skraćivanja vegetacije. Tako je na tretmanu D zabilježena najmanja vlaga zrna od 18,2%, dok je na kontrolnom tretmanu zabilježena najveća vlaga zrna od 20,5% (Grafikon 2). Rezultat je to najvjerojatnije bolje raspodjele fosfora u oraničnom sloju koja je uslijedila nakon jesenskog oranja u 2011. godini te ispiranju amonijskog oblika dušika u dublje slojeve tla.



Grafikon 2. Vlaga zrna na pojedinim tretmanima u 2011. i 2012. godini

## 5. RASPRAVA

Kako je agrokemijskom analizom tla na pokusnoj parceli ustanovljeno da se radi o tlu s vrlo niskom razinom biljci pristupačnog fosfora, postavljen je pokus fosfatizacije koja podrazumjeva pojačanu gnojidbu fosforom. Postupak s različitim količinama fosfora proveden je u cilju popravljana svojstva tla, posebice podizanja razine biljci pristupačnog fosfora u tlu te unaprjeđenja ratarske proizvodnje.

Primjena većih količina fosfora i kalija mogla bi biti rješenje za poboljšanje iskorištenja svojstva tla (Kovačević i sur., 2006.; Lončarić i sur., 2005.; Banaj i sur., 2006.; Rastija i sur., 2006.). Kovačević i Vukadinović (1992.) u svom radu navode kako limitirajući faktori u ostvarenju visokih prinosa nekih ratarskih kultura može biti sama niska raspoloživost biljci pristupačnog fosfora ili pak kombinacija niske raspoloživost biljci pristupačnog fosfora i niske razine kalija. Fosfor je jedan od glavnih esencijalnih hraniva za biljku kojeg ne može zamjeniti niti jedan drugi element za održanje života biljke te gnojidba fosforom igra bitnu ulogu u ostvarenju visokih prinosa (Lott i sur., 2011.). Popović i sur. (2010.) u svom istraživanju navode kako je na tretmanu s najvećom primjenjenom količinom NPK gnojiva ustanovljeno povećanje biljci pristupačnog fosfora s 9,40 na 21,43 mg 100 g<sup>-1</sup> tla, a kalija s 17 na 25,5 mg 100 g<sup>-1</sup> tla.

Sjetva 2011. godine bila je u optimalnom roku, sredinom mjeseca travnja. Vremenske prilike u 2011. godini nisu bile povoljne za uzgoj kukuruza, jer je došlo do pojave suše. Količine oborina su bile ispodprosječne dok su temperature bile više u odnosu na višegodišnji prosjek. Veće količine fosfora su unesene u tlo uoči same sjetve te se nisu mogle raspodijeliti po cijelom oraničnom sloju te učinak fosfatizacije nije mogao doći do izražaja u prvoj godini istraživanja. Uslijed navedenog, ostvareni prinosi bili su zadovoljavajući, ali ispodprosječni glede potencijala rodosti hibrida OSSK 596. Vidljiv je nešto veći prinos na pojedinim tretmanima fosfatizacije u odnosu na kontrolni tretman, ali te razlike nisu statistički značajne. Najveća razlika prinosa između tretmana i kontrole ostvarena je između tretmana D i kontrole te je iznosila 0,85 t ha<sup>-1</sup>, ili gotovo 8%.

Komljenović i sur. (2010.) su u svom istraživanju provedenom na području Bosanske Posavine došli do saznanja da je fosfatizacijom prinos kukuruza povećan za 17% u odnosu na kontrolu. Slične rezultate dobili su i Marković i sur. (2006.) koji u svom radu promatraju fosfor kao limitirajući faktor u uzgoju kukuruza na području sjeverne Bosne i Hercegovine te navode kako je fosfatizacijom prinos kukuruza, u odnosu na prinos kontrole, povećan za 32% u 2004. godini, odnosno za 17% u 2005. godini. Povećanom gnojidbom fosfora došlo je do umjerenog povećanja prinosa svih kulturnih biljaka uzgajanih na području Finske, a učinak gnojidbe bio je ovisan o svojstvima pojedinih tala na kojima su se provodila istraživanja (Valkama i sur., 2009.).



Slika 7. Razlika u visini biljaka unutar i izvan pokusa (2011.)

Kovačević i Banaj (2004.) su u svom istraživanju usporedili četiri pokusa te navode kako je na jednom od pokusa prinos kukuruza na površinama fosfatizacije bio povećan za 18% u odnosu na kontrolu. Antunović i sur. (2012.) u svom istraživanju navode kako su fosfatizacijom tla na području općine Odžak (BiH) uspjeli povećati prinos soje za 20% u odnosu na kontrolu. Kovačević i sur. (2010.) u svom radu navode kako je fosfatizacijom došlo do umjerenog povećanja prinosa kukuruza, posebice na tlima kisele reakcije te da se znatne razlike prinosa u pojedinim godinama istraživanja mogu pripisati povoljnim, odnosno nepovoljnim vremenskim

prilikama za uzgoj kukuruza. Fosfatizacijom je značajno povećan prinos kukuruza na području sjeverne Bosne i Hercegovine. Tretmani fosfatizacije su povećali prosječne prinose kukuruza za 32% (2004.), 14% (2005.) te za 26% (2006.) u odnosu na prosječne prinose kontrola pojedinih godina (Komljenović i sur., 2009.).



Slika 8. Kukuruz na pokusnoj parceli početkom srpnja 2012.

Zbog rane sjetve kukuruza u 2012. godini te zbog povoljnih vremenskih uvjeta početkom vegetacije kukuruza (Tablica 1.), očekivanja glede prinosa bila su velika i kukuruz je na pokusu početkom mjeseca srpnja izgledao obećavajuće (Slika 8.). Međutim, nastupilo je izrazito sušno razdoblje te je došlo do otežane oplodnje pa čak i do sušenja usjeva. Bitnu ulogu u sušnim godinama igra i izbor hibrida; u pokusu je uzgajan poznati domaći hibrid OSSK 596 iz skupine FAO 590 koji ima visoki genetski potencijal rodosti, ali budući da je duže vegetacije, najosjetljivije razdoblje razvoja odvijalo se upravo u vrijeme najizraženije suše i vrlo visokih temperatura. Iako smo se odlučili na ranu sjetvu, nismo mogli izbjeći sušni

period te su svilanje, polinacija i oplodnja, kao i formiranje začelih zrna, bili otežani. U takvim uvjetima prinosi kukuruza su bili daleko ispod očekivanih. Ipak, kukuruz uzgajan na tretmanima fosfatizacije imao je veće prinose i do 14% u odnosu na kontrolu, a razlika je popraćena smanjenim udjelom sterilnih biljaka na tretmanima fosfatizacije, premda učinak fosfatizacije nije bio statistički opravdan.

Komljenović i sur. (2009.) također navode kako je uslijed nepovoljnih vremenskih prilika došlo do izostajanja učinka fosfatizacije. Kovačević i Josipović (2005.) potvrdili su kako nedostatak oborina uz povišene temperature zraka za vrijeme ljetnog razdoblja u Istočnoj Hrvatskoj dovodi do znatno nižih prinosa zrna kukuruza. Općenito, temperature iznad 26 °C su kritične za postizanje visokih prinosa (Shaw, 1988.). Stres uzrokovan sušom i visokim temperaturama zraka te nedostatak vlage u ljetnim mjesecima negativno utječu na cvatnju, oplodnju i rani razvoj zrna kukuruza te su često uzrok nižih prinosa.

Sadržaj vlage u zrnu u vrijeme berbe 2011. godine nije se znatno razlikovao između tretmana fosfatizacije i kontrolnog tretmana, dok je u 2012. godini vlaga zrna bila smanjena na tretmanima fosfatizacije u odnosu na kontrolu. Više je razloga zašto je došlo do ovakvih rezultata. Ponajprije, pokus je postavljen uoči same sjetve kukuruza što znači da velike količine fosfora nisu dospjele u dublje slojeve tla. Tako je učinak fosfatizacije izostao, što je i očekivano, pogotovo obzirom na nedostatnu količinu oborina. Nadalje, postavljanjem pokusa unesene su i velike količine dušika u tlo (196 kg ha<sup>-1</sup> i 294 kg ha<sup>-1</sup>) što je moglo rezultirati produženjem vegetacije te tako i eventualnim zadržavanjem vlage u zrnu. Na tretmanima fosfatizacije (B,C,D i E) je većina dušika bila u amonijskom obliku (izvor MAP i KAN) te samo jedan mali dio u nitratnom obliku (KAN), dok su na kontrolnom tretmanu oba oblika dušika bila zastupljena u jednakim količinama (samo KAN). Vukadinović i Lončarić (1998.) navode kako usvajanje većih količina amonijskog oblika dušika može biti štetno, naročito kod mladih biljaka te da je jedna od posljedica produženje vegetacije.

Udio sterilnih biljaka u 2011. godini nije se znatno razlikovao na pojedinim tretmanima, čak je na kontrolnom tretmanu bio i najmanji. Međutim, u 2012. godini primjećeno je smanjenje udjela sterilnih biljaka na tretmanima fosfatizacije u odnosu na kontrolu što je na kraju i

rezultiralo povećanjem prinosa od oko 14%. Najvjerojatnije je zbog većih količina fosfora na tretmanima te ranije sjetve (31. ožujka.) i povoljnih vremenskih prilika početkom uzgojnog razdoblja kukuruza u 2012. godini, došlo do skraćivanja etapa organogeneze te je usvajanje fosfora od strane biljaka na tretmanima fosfatizacije bilo učinkovitije u intenzivnom razvoju korijenovog sustava i kod prijelaza iz vegetacijske u reproduksijsku fazu razvoja, što je rezultiralo nižim udjelom sterilnih biljaka kukuruza na pojedinim tretmanima fosfatizacije u odnosu na kontrolni tretman. Da veće količine fosfora ubrzavaju metabolizam i dovode do skraćivanja vegetacije, prijevremenog cvjetanja te starenja biljaka navode Vukadinović i Lončarić (1998.), kao i da ubrzavanje rasta i brz razvitak biljaka skraćuje etape organogeneze što pogoduje postrnim usjevima, ali kod glavnog usjeva može skratiti period tvorbe plodova ili nalijevanje zrna.

Veliku ulogu u ostvarenju visokih prinosa imaju i ostvareni sklopovi. U 2011. godini ostvareni sklop je iznosio 95,9% od teoretskog sklopa, dok je u 2012. godini ostvareni sklop iznosio samo 85,5% od teoretskog sklopa. Već na osnovu toga se vidi kako u 2012. godini nije bilo moguće ostvariti visoke prinose. Ipak, niski prinosi kukuruza u 2012. mogu se prvenstveno pripisati izrazito nepovoljnim vremenskim prilikama za uzgoj kukuruza.

Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja su uglavnom rezultat vremenskih prilika, pogotovo oborinskog i temperaturnog režima u sezonama uzgoja (Kovačević i sur., 2005.). Pravilo je da su veće količine dobro raspoređenih oborina i niže temperature zraka tijekom tri ljetna mjeseca povoljnije za uzgoj kukuruza (Kovačević i sur., 2010).

Kako bi se još bolje ustanovilo djelovanje fosfatizacije na razvitak i prinose zrna kukuruza, trebalo bi promatrati više hibrida kukuruza različitih FAO skupina. Time bi se u nekoj mjeri izbjegao drastičan utjecaj vremenskih prilika na pojedine usjeve. Dvije godine nakon meliorativne gnojidbe postavlja se pitanje kako su veće količine fosfora djelovale na svojstva tla te kakva je situacija sa sadržajem biljci pristupačnog fosfora u tlu. Nadalje, ako isključimo nepovoljne vremenske prilike u promatranom razdoblju kao glavni faktor izostajanja učinka fosfatizacije, nameće se pitanje, što se događa s velikim količinama fosfora unesenim u tlo te koliko je AL metoda prihvatljiva metoda za analizu ovoga tipa tla.

## 6. ZAKLJUČAK

Prinosi zrna kukuruza u 2011. godini kretali su se od 10,58 t ha<sup>-1</sup> do 11,61 t ha<sup>-1</sup>, dok su se prinosi u 2012. godini kretali od 6,01 t ha<sup>-1</sup> do 6,83 t ha<sup>-1</sup>, što znači da su prinosi u 2012. godini bili gotovo za 45% niži u odnosu na ostvaren prinos u 2011. godini.

Iako analiza varijance i F-test nisu pokazali statistički značajan učinak fosfatizacije na prinos niti u jednoj godini, ostvareno je slabo povećanje prinosa na varijantama pojačane gnojidbe fosforom, osobito u 2012. godini. U 2011. godini prinos je bio povećan za 8%, a u 2012. godini za 14%.

Vremenske prilike u 2011. i 2012. godini bile su nepovoljne, odnosno izrazito nepovoljne, za uzgoj kukuruza, jer se i jedna i druga, na osnovu meteoroloških podataka, mogu klasificirati kao sušne godina, a 2012. još i kao ekstremno topla.

U 2011. godini nije bilo značajnih razlika glede vlage zrna te udjela sterilnih biljaka na pojedinim tretmanima, dok je 2012. zabilježena niža vlaga zrna na tretmanima fosfatizacije (prosjeak 18,7%) u odnosu na kontrolni tretman (20,5%), a udio sterilnih biljaka smanjivao se s povećanjem unesenih količina fosfora. Tako je udio sterilnih biljaka na kontroli iznosio 10,2%, a na tretmanu s najvećom količinom fosfora (Tretman E) iznosio je 2,1%. Sklop biljaka u 2011. godini iznosio 95,9% od teoretskog sklopa, dok je u 2012. godini iznosio samo 85,5%.

Izostanak fosfatizacije u 2011. godini može se pripisati tome da su veće količine fosfora unesene uoči sjetve i nisu bile dobro raspodijeljene u tlu te sušnom razdoblju koje je nakon toga uslijedilo. U 2012. učinak fosfatizacije je vidljiviji, najvjerojatnije zbog bolje raspodjele fosfora u oraničnom sloju i povoljnim vremenskim prilikama početkom vegetativnog razdoblja. Međutim, uslijed izrazito nepovoljnih vremenskih prilika tijekom tri ljetna mjeseca, učinak naglašene gnojidbe fosforom nije mogao doći do svog potpunog izražaja.

Puni učinak fosfatizacije može se očekivati u sljedećim godinama ako vremenske prilike, prvenstveno oborinski i temperaturni režim, budu u uobičajenim granicama.



## 7. POPIS LITERATURE

- Antunović, M., Rastija, M., Sudarić, A., Varga, I., Jović, J. (2012.): Response of soybean to phosphorus fertilization under drought stress conditions. XI. Alps-Adria Scientific Workshop, Smolenice, Slovakia, 117-120.
- Batjes, N. H. (1997.): A world data set of derived soil properties by FAO – UNESCO soil unit for global modelling. *Soil Use Manage* 13: 9–16.
- Banaj D., Kovačević V., Šimić D., Šeput M., Stojić B.: 2006. Phosphorus impacts on yield and nutritional status of maize. *Cereal Research Communications*, 34(1): 393-396.
- Bergmann, W. (1992.): *Nutritional Disorders of Plants - Development, Visual and Analytical Diagnosis*. Jena; Stuttgart; New York: G. Fischer.
- FAOSTAT, FAO Statistic Division (2011.): <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>, [28.04.2013.]
- Holford, I.C.R. (1997.): Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. *Aust. J. Soil Res.* 35:227-239.
- Komljenović, I., Marković, M., Kondić, D., Kovačević, V. (2010.): Response of maize to phosphorus fertilization on hydromorphic soil of Bosnian Posavina area. *Poljoprivreda*, 16 (2): 9-13.
- Komljenović, I., Marković, M., Kondić, D., Todorović, J., Kovačević, V. (2009.): Response of maize to liming and ameliorative phosphorus fertilization. 44th Croatian & 4th International Symposium on Agriculture, Field Crop Production, Opatija, 2009., 532-535.
- Kovačević, V., Ivezić, M. (2000.): Doprinos tehnologije u povećanju prinosa kukuruza i njeno uklapanje u održivi razvoj. Održivi razvoj izazov za poljoprivredu i šumarstvo (zbornik radova) Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem povodom 140. obljetnice poljoprivrednog školstva u Hrvatskoj. Visoko Gospodarsko Učilište u Križevcima Husinec, R. (ur.), 87-96.
- Kovačević, V., Banaj, D., (2004.): Phosphorus as a limiting factor of maize growing in Croatia. Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság-és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár. XXX. Óvári Tudományos Napok Mosonmagyaróvár 2004. Október 7. Agrártermelés - Harmóniában a Természettel.

- Kovačević, V., Josipović, M. (2005): Maize yield variations among the years in the eastern Croatia. In: Proceedings of the XL Croatian Symposium on Agriculture with International Participation (S.Jovanovac and V. Kovacevic Editors), 6-19 February 2005, Opatija, Croatia, 455 – 456.
- Kovacevic, V., Josipovic, M., Kaucic, D., Loncaric, Z. (2005): Weather conditions impacts on maize yields in the northern Croatia. International Conference on Climate Change “Impacts and Responses in Central and eastern European Countries” 5-8 November 2005, Pecs, Hungary (Farkas P., Csobod E. and Katalin H. Editors), Published by Hungarian Academy of Sciences, Hungary Ministry of Environment and Water, The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe: 237-242.
- Kovačević, V., Šoštarić, J., Josipović, M., Marković, M., Iljkić, D. (2009.): Vremenske prilike 2005. i 2007. g u istočnoj Hrvatskoj sa stajališta uzgoja kukuruza. Zbornik radova, XX Naučno-stručna konferencija poljoprivrede i prehrambene industrije, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina, 171-178.
- Kovacevic, V., Loncaric, Z., Kadar, I., Petosic, D., Andric, L. (2010.): Phosphorus fertilization impacts on maize yield and nutritional status with emphasis on P and Zn in leaves and grain. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia, 178-181.
- Kovačević V., Rastija M. (2009): Interna skripta. Osnove proizvodnje žitarica. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Kovačević V., RastijaM., RastijaD., Josipović M., ŠeputM.: 2006. Response of maize to fertilization with KCl on gleysol of Sava valley area. Cereal Research Communication,34 (2-3): 1129-1135.
- Kovacevic, V., Sostaric, J., Rastija, M., Iljkic, D., Markovi,c M. (2010.): Weather characteristics of 2009 with aspect of spring field crops growing in Pannonian region of Croatia. Agrar- es Videkfejlesztési Szemle 2010, vol. 5.(1) supplement (CD issue), Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar (Editor Horvath J.), 350-356.
- Kovacevic, V., Vukadinovic, V. (1992.): The potassium requirements of maize and soyabeans on a high K fixing soil. South African Journal of Plant and Soil, 9(1): 10-13.

- Lončarić Z., Kovačević V., Šepu Miranda, Šimić B. and Stojic B. (2005.): Influences of fertilization on yield and nutritional status of maize. *Cereal Research Communications*, 33(1): 259-262.
- Lott, J.N.A., Kolasa, J., Batten, G.D., Campbell, L.C. (2011.): The critical role of phosphorus in world production of cereal grains and legume seeds. *Food Security*, 3:451–462.
- Markovic, M., Komljenovic, I., Delalic, Z., Kovacevic, V. (2006.): Phosphorus as a limiting factor of the field crops yield under conditions of the Northern Bosnia. *Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași. Lucrări Științifice, seria Agronomie*, 49: 218-222.
- Marschner, H. (1995.): *Mineral nutrition of higher plants*. Academic press. London
- Popovic, B., Loncaric, Z., Rastija, D., Karalic, K., Iljkic, D. (2010.): Ameliorative PK-fertilization and liming impacts on soil status. IX. Alps-Adria Scientific Workshop. Špičák, Czech Republic, 59: 9-12.
- Rastija M., Kovačević V., Vratarić M., Sudarić A., Krizmanić M.:2006. Response of maize and soybeans to ameliorative fertilization in Bjelovar-Bilogora county. *Cereal Research Communications*, 34 (1): 641-644.
- Shaw, R.H. (1988.): Climatic Requirement. In: G.F. Sprague (ed.). *Corn and Corn Improvement* American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- Valkama, E., Uusitalo, R., Ylivainio, K., Virkajärvi, P., Turtola, E. (2009.): Phosphorus fertilization: A meta-analysis of 80 years of research in Finland. *Elsevier, Agriculture, Ecosystems and Environment*, 130: 75-85.
- Vance, C.P., Uhde-Stone, C., Allan, D.L. (2003.): Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist* 157: 423–447.
- Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1998.): *Ishrana bilja*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
- \*\*\*Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Posavski\\_kanton](http://en.wikipedia.org/wiki/Posavski_kanton) [05.05.2013.]

## 8. SAŽETAK

Kukuruz je najrasprostranjeniji usjev na oranicama Bosne i Hercegovine. Prinosi kukuruza na području Posavine, kako s bosanske strane rijeke Save u Republici Srpskoj i Federaciji BiH, tako i u Republici Hrvatskoj, značajno su niži od mogućnosti koje pružaju klima i genetski potencijal rodnosti visokorodnih hibrida kukuruza. Provedenom analizom tla pokusne parcele ustanovljeno je kako se radi o alkalnom tlu s niskom razinom biljci pristupačnog fosfora. Nedostatak fosfora je često jedan od limitirajućih faktora za ostvarenje visokih prinosa ratarskih kultura. Poboljšanje kemijskih i fizikalnih svojstava tla određenim agromelioracijskim mjerama jedno je od rješenja za povećanje prinosa. Fosfatizacija je jedna od agromelioracijskih mjera kojom se u tlo unose veće količine fosfora. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak vremenskih prilika i fosfatizacije tla na prinose zrna kukuruza na području općine Odžak (BiH, FBiH), tijekom 2011. i 2012. godine.

Pokus je postavljen u proljeće 2011. godine po slučajnom blok sustavu u četiri ponavljanja s pet tretmana: A) kontrola (osnovna gnojidba); B) A + 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; C) A + 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; D) A + 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; E) A + 1200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Vremenske prilike u obje, a naročito u 2012. godini, bile su izuzetno nepovoljne za uzgoj kukuruza. Statistička analiza nije pokazala opravdani učinak fosfatizacije na prinos zrna kukuruza niti u jednoj godini iako je zabilježeno slabo povećanje prinosa kukuruza na tretmanima fosfatizacije u odnosu na kontrolu za 8% u 2011. godini, odnosno za 14% u 2012. godini. Sadržaj vlage u zrnu uberbi 2012. godine, bio je niži na tretmanima fosfatizacije. Također je i udio sterilnih biljaka u 2012. godini bio manji. Prinosi zrna u 2012. godini (prosjeak 6,36 t ha<sup>-1</sup>) bili su gotovo za 45% niži u odnosu na prinose zrna u 2011. godini (prosjeak 11,01 t ha<sup>-1</sup>). Takvi prinosi, kao i značajniji izostanak učinka fosfatizacije, posljedica su izrazite suše i visokih temperatura zraka tijekom uzgoja kukuruza.

**Ključne riječi:** fosfatizacija, kukuruz, prinos, vremenske prilike

## 9. SUMMARY

Maize is the most widespread field crop in Bosnia and Herzegovina. Maize yields in the Posavina region on both sides of the Sava river, in the Republic of Srpska and in the Federation of BiH as well as in Croatia, are significantly lower than the opportunities provided by climate and genetic yield potential of high-yielding hybrids. Chemical analysis of soil on the experimental plot showed that the soil is alkaline reaction and poorly supplied with plant available phosphorus. Low level of plant available phosphorus is often a limiting factor for achieving high crops yields. Upgrading the chemical and physical properties of soil, with specific agro-ameliorative measures, is one of solutions to increase the yields on such soils. Phosphatization is one of the agro-ameliorative measures that could improve chemical and physical soil properties. The aim of this study was to determine the effect of weather conditions and soil phosphatization on maize grain yields in the region of Odžak municipality (BiH, FBiH) during 2011 and 2012 growing season. The field trial with phosphorus fertilization was conducted in spring of 2011. Experimental design was randomized block with four replicates and five treatments as follows: A) control (basic fertilization); B) A + 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; C) A + 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; D) A + 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; E) A + 1200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Weather conditions in both years, especially in the 2012, were extremely unfavorable for maize growing. Statistical analysis didn't prove the phosphatization effect on yield in any year, although there was slightly increase in corn yield on phosphatization treatments compared to the control by 8% and 14 % in the 2011 and 2012, respectively. Grain moisture at harvest and sterile plants contributions in 2012 were lower on plots with increasing rates of phosphorus. Grain yields in 2012 (mean 6,36 t ha<sup>-1</sup>) were about 45% lower compared to grain yields in 2011 (mean 11,01 t ha<sup>-1</sup>). Such yields, as well as absence of significant phosphatization effect, are results of extreme drought and high air temperatures during maize growing.

**Key words:** phosphatization, maize, yield, weather conditions

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

**Poljoprivredni fakultet u Osijeku**

**Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja**

**Diplomski rad**

Utjecaj fosfatizacije i godine uzgoja na prinos zrna kukuruza

Jurica Jović

### **Sažetak**

Nedostatak fosfora je često jedan od limitirajućih faktora uspješne proizvodnje ratarskih kultura. Fosfatizacija je jedna od agromelioracijskih mjera kojom se u tlo unose veće količine fosfora i poboljšava plodnost tla. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak vremenskih prilika i fosfatizacije tla na prinose zrna kukuruza na području općine Odžak (BiH, FBiH), tijekom 2011. i 2012. godine. Poljski pokus postavljen je na alkalnom tlu siromašnom pristupčnim fosforom u proljeće 2011. godine po slučajnom blok sustavu u četiri ponavljanja s pet tretmana: A) kontrola (osnovna gnojidba); B) A + 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; C) A + 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; D) A + 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; E) A + 1200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Vremenske prilike u obje, a naročito u 2012. godini, bile su izuzetno nepovoljne za uzgoj kukuruza. Statistička analiza nije pokazala opravdani učinak fosfatizacije na prinos zrna kukuruza niti u jednoj godini iako je zabilježeno slabo povećanje prinosa kukuruza u odnosu na kontrolu za 8% u 2011. godini, odnosno za 14% u 2012. godini. Sadržaj vlage u zrnu u berbi 2012. godine, bio je niži na tretmanima fosfatizacije. Također je i udio sterilnih biljaka u 2012. godini bio manji. Prinosi zrna u 2012. godini (prosjeak 6,36 t ha<sup>-1</sup>) bili su gotovo za 45% niži u odnosu na prinose zrna u 2011. godini (prosjeak 11,01 t ha<sup>-1</sup>). Takvi prinosi, kao i značajniji izostanak učinka fosfatizacije, posljedica su izrazite suše i visokih temperatura zraka tijekom uzgoja kukuruza.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** prof. dr. sc. Mirta Rastija

**Broj stranica:** 33

**Broj grafikona i slika:** 10

**Broj tablica:** 6

**Broj literaturnih navoda:** 29

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** fosfatizacija, kukuruz, prinos, vremenske prilike

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Prof. dr. sc. Vlado Kovačević
2. Prof. dr. sc. Mirta Rastija
3. Prof. dr. sc. Domagoj Rastija

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Faculty of Agriculture**

**University Graduate Studies, Plant production, course Plant production**

**Graduate thesis**

Impact of phosphorus fertilization and growing season on maize grain yield

Jurica Jović

### **Abstract:**

Low level of plant available phosphorus is often a limiting factor for achieving high crops yields. Phosphatization is one of the agro-ameliorative measures that could improve soil fertility and suitability for crops production. The aim of this study was to determine the effect of weather conditions and soil phosphatization on maize grain yields in the region of Odžak municipality (BiH, FBiH) during 2011 and 2012 growing season. The field trial was conducted on alkaline soil poor in plant available phosphorus in spring of 2011. Experimental design was randomized block with four replicates and five treatments as follows: A) control (basic fertilization); B) A + 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; C) A + 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; D) A + 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; E) A + 1200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Weather conditions in both years, especially in the 2012, were extremely unfavorable for maize growing. Statistical analysis didn't prove the phosphatization effect on yield in any year, although there was slightly increase in corn yield on phosphatization treatments compared to the control by 8% and 14 % in the 2011 and 2012, respectively. Grain moisture at harvest and sterile plants contributions in 2012 were lower on plots with increasing rates of phosphorus. Grain yields in 2012 (mean 6,36 t ha<sup>-1</sup>) were about 45% lower compared to grain yields in 2011 (mean 11,01 t ha<sup>-1</sup>). Such yields, as well as absence of significant phosphatization effect, are results of extreme drought and high air temperatures during maize growing.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Mirta Rastija

**Number of pages:** 33

**Number of figures:** 10

**Number of tables:** 6

**Number of references:** 29

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** phosphatization, maize, yield, weather conditions

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. Prof. dr. sc. Vlado Kovačević
2. Prof. dr. sc. Mirta Rastija
3. Prof. dr. sc. Domagoj Rastija

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.