

Univerzitet Crne Gore  
Prirodno-matematički fakultet, smjer biologija

**Preživljavanje biljaka u uslovima mineralnog stresa- deficit i suficit  
esencijalnih elemenata**

Predmet: Ekofiziologija biljaka

Mentor: dr Danka Caković

student: Kristina Gajević 4/20

17. Mart 2021, Podgorica

## SADRŽAJ:

### 1)UVOD

-Cilj

### 2)MATERIJAL I METODE RADA

### 3) REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

### 4)ZAKLJUČAK

UVOD: Za održavanje života i odvijanja optimalnih fizioloških funkcija biljkama je potreban određen unos mineralnih i organskih materija. U mineralne materije spadaju esencijalni (biogeni) i korisni elementi. Esencijalni elementi (biogeni) su elementi koji su neophodni za normalan rast i razvoj biljke, oni imaju određena svojstva na biljke:

- potrebni su biljki tokom cijelog životnog ciklusa
- imaju posebnu fiziološku funkciju koju ne mogu zamijeniti drugi elementi
- imaju veoma važnu ulogu u biljnom metabolizmu
- potrebni su za više od dvije biljne vrste

Dijele se na makroelemente i mikroelemente.

**Makroelementi.** Makroelementi su hemijski elementi koji su biljkama potrebni u većim količinama i uglavnom se koriste za izgradnju biljke kao strukturna komponenta ćelije, masti, proteina, enzima, hlorofila i dr.

Porijeklom iz vazduha i vode : Ugljenik (C), Kiseonik (O) I Vodonik (H)

Porijeklom iz zemljišta i komercijalnih đubriva: Primarni elementi: Azot (N), Fosfor (P), Kalijum (K)

Sekundarni elementi: Kalcijum (Ca), Sumpor (S), Magnezijum (Mg)

**Mikroelementi** Mikroelementi su elementi u tragovima, odnosno hemijski elementi čija koncentracija (ili druga mjera količine) je veoma niska

Porijeklom iz zemljišta I komercijalnih đubriva: Gvožđe (Fe), Cink (Zn), Bakar (Cu), Mangan (Mn), Molibden (Mo) i Bor (B) .

**Mineralni stres** predstavlja nedostatak (deficit) ili suvišak (suficit) esencijalnih elemenata kod biljaka. Svaki manjak ili višak ovih elemenata od optimuma dovodi do stresa kod biljaka.

## MAKROELEMENTI

**Deficit azota** -Nedostatak azota dovodi do formiranja manje asimilacione površine, lišće je kraće, uže i blijedo zeleno zbog smanjenog sadržaja hlorofila što rezultira smanjenom neto fotosintezom, brzim starenjem biljaka i smanjenim prinosom. Izaziva nesrazmjern rast podzemnih dijelova biljke u odnosu na nadzemne dijelove. Kod žitarica izaziva smanjenje broja sekundarnih izdanaka i broja klasova, u fazi vlatanja (kritična faza u razvoju žita) izaziva njihovo izumiranje, dok u reproduktivnoj fazi smanjenje broja i mase zrna.

**Suficit azota**- izaziva disproporciju u razvoju nadzemnog dijela prema korijenu, pa su takve biljke izuzetno osjetljive na visoke temperature i sušu.

**Deficit fosfora-** je veoma česta pojava, a prvi simptom je slab rast biljaka. Kod veće izraženog nedostatka fosfora dolazi do slabijeg razvoja korijenovog sistema, cvetanje i sazrijevanje biljaka kasni, smanjena je sinteza proteina uz povećan sadržaj amida i nizak sadržaj vitamina. Pri nedostatku fosfora biljke pšenice zaostaju u rastu i razviću, dobijaju tamnozelenu i ljubičastu boju listova i lisnog rukavca, smanjuje se broj klasova i broj zrna po klasu i otpornost na niske temperature i bolesti.

**Suficit fosfora-** je veoma rijetka pojava u životnoj sredini. Prvi simptom je usporen rast, javljaju se tamnocrne pjege na listu koje se šire prema bazi i list opada.

**Deficit kalijuma-** Prvi simptomi u vidu hloroze javljaju se na donjem mladom lišću. Izrazit deficit kalijuma manifestuje se savijanjem oboda lista na gore, a kasnije ivice lista nekrotiraju. Korijen se slabo grana, sjemenke se nedovoljno razvijaju, plodovi otpadaju, lošijeg su kvaliteta i atipične arome.

**Suficit kalijuma-** Ne postoje tipični simptomi za suficit kalijuma. Nekontrolisano unošenje kalijuma u zemljište može uticati na usvajanje drugih elemenata i tako izazvati disbalans u ishrani biljaka.

**Deficit sumpora-** nedostatak azota prvo uočava na najstarijem lišću, a sumpora na najmlađem. Nedostatak sumpora usporava rast biljaka i utiče na promenu boje lista, koje dobija žuto-zelenu boju, stablo je često kraće i tanje, a korijen obično postaje duži. Posebno je upadljiv porast korenovih dlačica

**Suficit sumpora** u zemljištu je retka pojava. Visoka koncentracija sumpor-dioksida u atmosferi izaziva oštećenja kod biljaka, dolazi do hloroze, potom nekroze, prvo rubnih, a zatim interkostalnih površina listova. Akutne koncentracije sumpor-dioksida u vazduhu izazivaju potpunu defolijaciju biljaka (potpuno opadanje lišća).

**Deficit kalcijuma-** Simptomi će se najprije javiti na najmlađim listovima biljke, a potom i na starim listovima. Pojavljuje nekroza koja se širi od vrha prema rubu lista, a potom zahvata cio list. Korijen slabo raste, stabljika se lako lomi, a organi za oplodnju i razmnožavanje kržlju. Na plodovima jabuke i kruške primećuje se u obliku gorkih pega i udubljenja, kao trulež vrha ploda paradajza i paprike.

**Suficit kalcijuma** izaziva poremećaj u prometu drugih elemenata. Najčešće je to hloroza lišća usled nedostatka gvožđa, čiji simptomi se lako uočavaju, a posledice su blokiranje usvajanja gvožđa, zbog velike količine kalcijuma – antagonizam.

**Deficit magnezijuma-** Simptomi javljaju se na donjim starim pa zatim na mladim listovima, obično sredinom vegetacije. Između nerava listova pojavljuje se žuto-zelena boja, a nervatura je zelena. Na hlorotičnim mestima nastaju mrke nekrotične pjege. U ekstremnim slučajevima dolazi do otpadanja listova, i to od osnove do vrha. Plodovi su obično sitni i slabog kvaliteta.

**Suficit magnezijuma-** Rijetko se javlja

## MIKROELEMENTI

**Deficit mangana**- se ispoljava se kroz hlorozu između nervature listova, koja se postepeno širi od periferije ka centralnom nervu i ima mozaičan izgled. Pri visokom deficitu mangana hlorotične površine potpuno nekrotiraju. Pri nedostatku magnezijuma simptomi se javljaju na donjim – starijim listovima.

**Deficit cinka**- najčešće se ispoljava u vidu karakterističnih pojava rozeta i karakterističnih prirasta. Istovremeno se pojavljuje hloroza lišća, slična simptomima deficita mangana. Na hlorotičnim površinama stvaraju se crvene ili purpurne pjege, koje se kasnije osuše, stvarajući rupičavu površinu.

**Deficit bakra**-Direktno se odražava na smanjenje prinosa (zbog smanjene količine polena i njegove slabije fertilnosti) kod osetljivih vrsta kao što su: jabuka, šljiva, kajsija, breskva i dr. Listovi su obično izduženi povijenih ivica. Hloroza Često zahvata cijelu mladu lisku, pri čemu hlorotični listovi postepeno otpadaju od vrha ka bazalnim djelovima. ( Milenkovic, 2014)

**Suficit bakra** može da izazove nedostatak drugih elemenata, posebno Mn i Fe

**Deficit bora** prvo javlja na plodu, a zatim i na vegetativnim organima. Plodovi su obično sitni i deformisani, sa tamno mrkih pjega oivičenih zelenom bojom (sa čestim pukotinama). Cvjetovi se slabije razvijaju, smanjena je klijavost polena, oplodnja i zametanje plodova. Kod vegetativnih organa dolazi do prestanka razvoja apikalnog meristema. Listovi su tamno zelene boje, kruti i lomljivi.

**Suficit bora** ispoljava se simptomima na plodovima (kajsije, trešnje, višnje, breskve, šljive, jabuke, kruške, badema), i rodnim grancicama koje često zbog suficita bora nekrotiraju u većoj ili manjoj mjeri i odumiru. Dolazi do pucanja plodova, preranog sazrijevanja, oplutnjavanja i otpadanja. Na listu se javlja žuta boja duž glavnog nerva, a povremeno dolazi i do otpadanja listova.

### Primjer 1:

#### **UTICAJ AZOTNIH HRANIVA NA NODULACIJU SOJE (GLYCINE MAX.) NA ČERNOZEMU I PSEUDOGLEJU (Petar Stevanović, Vera Popović, Đorđe Glamočlija, Mladen Tatić, Velibor Spalević, Zoran Jovović, Divna Simić, Livija Maksimović)**

Soja (*Glycine Max. (L.) Merr*) jedna je od najstarijih i najznačajnijih leguminoznih biljnih vrsta u svetu. Prinosi soje zavise, pored agroekoloških uslova i pravilnog izbora sorte i od primenjene tehnologije gajenja, oko 50%. Pravilna tehnologija gajenja podrazumeva poštovanje tehnološke discipline u izvršavanju svih agrotehničkih mjera. Ako se planiraju visoki prinosi leguminoza, mora da se vodi briga o stanju hraniva u zemljištu, samim tim treba pristupiti sa više pažnje izboru i unošenju hraniva.

Primjenom predstetvene bakterizacije sjemena soje Nitragin-om maksimalno se koristi prirodni proces simbiozne fiksacije azota u gajenju soje. Formiranje kvržica i fiksacija azota veoma su

složeni procesi osjetljivi prema središnjim uslovima koji utiču na biljke, bakterije i njihove interakcije. U simbiozi sa sojom živi i formira kvržice *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii*. Kvržične bakterije u simbiozi sa biljkom domaćinom stvaraju aktivne nodule-kvržice (biološke fabrike azota) na njenom korijenu i na taj način fiksiraju do 180 kg ha N godišnje iz vazduha. *Rizobium* su mezofilni mikroorganizmi, a optimalna temperatura za rast i razmnožavanje *Rizobiuma* je oko 25 °C, i ne rastu ispod 10°C ili iznad 37°C. Optimalna vlažnost za obrazovanje kvržica je 60–70 % od punog vodnog kapaciteta zemljišta.

**Cilj: Cilj istraživanja bio je da se ispita uticaj azotnih hraniva i inokulacije (tretiranja) sjemena mikrobiološkim biofertilizatorom Nitragin-om na nodulaciju (obrazovanje kvržica) na černozeu i pseudogleju.**

### **Material i metode**

Dvogodišnja istraživanja obavljena su sa ciljem da se ispita uticaja đubrenja azotom na proces nodulacije soje na dva lokaliteta: Pančevo i Brčko. Ispitivana je sorta Bačka (0 grupa zrenja), sa ljubičastim cvetom, sivim dlačicama i žutim hilumom. Ogled je postavljen kao trofaktorijalni, metodom razdeljenih parcela (split-plot) u četiri ponavljanja. Ispitivani su sledeći faktori:

-Azotna prihrana (A); N0-kontrola; 0 kg/ha, bez, azotnih hraniva + NS Nitragin;

-N1-50 kg/ha azotnih hraniva + NS Nitragin

- N2-100 kg/ha azotnih hraniva + NS Nitragin

- N3-150 kg/ha azotnih hraniva + NS nitragin

Žetva je obavljena ručno u tehnološkoj zrelosti biljaka. Počev od momenta obrazovanja kvržica, u intervalu od 15 dana, uzimani su uzorci od po 10 biljaka, na kojima je utvrđen broj kvržica.

Dobijeni rezultati su obrađeni matematičko statističkom metodom. Za izračunavanje stepena variranja primenjen je koeficijent varijacije. Iskazuje se u procentima, formulom:  $V = S/X * 100 \%$  Koeficijent varijacije (V) predstavlja relativnu meru varijabilnosti, i služi za procenu varijabilnosti statističkog niza, poređenjem standardne devijacije i aritmetičke sredine. Kvalitet mikrobiološkog đubriva odnosno uspešnost inokulacije, može se kontrolisati šest nedelja posle klijanja semena preko brojnosti (po biljci) i morfoloških karakteristika nodula odnosno indeksa nodulacije.

Nodulacija korijena leguminoza je pokazatelj uspešnosti simbioze između biljke i *Rhizobium/Bradyrhizobium*. Pri preseku nodule/kvržice uočava se u centralnom delu crveno polje (leghemoglobin) koje pokazuje da je simbioza uspešna, odnosno da postoji azotofiksaciona aktivnost. Kada se završi fiksacija azota bakteroidi se liziraju i tkivo kvržice je mrke boje. Nodulacija se ocenjuje (nodulacioni index) na osnovu broja kvržica (nodula) po biljci: ako je broj kvržica u rasponu od 0–5, nodulacija je slaba; ako ima 6-10 kvržica, nodulacija je srednja; sa 11–15 kvržica, nodulacija je dobra; sa 16–20 kvržica, nodulacija je vrlo dobra i sa preko 20 kvržica – nodulacija je odlična

## **Rezultati istraživanja diskusija**

Broj i masa kvržica predstavljaju indikatore efikasnosti fiksacije azota. Između njih utvrđen je vrlo značajan pozitivan korelacijski koeficijent, koji je, takođe, pod uticajem varijacija unutar genotipa i uslova sredine. Prosečan broj kvržica po biljci soje kreće se i do nekoliko stotina, a zavisi od sadržaja vode u zemljištu, pH zemljišta, temperature, mineralne prihrane azotom, saliniteta, ali i od sorte i soja B. Japonicum. Koeficijent varijacije u proseku za godine, Cv, na oba lokaliteta gajenja je opadao sa primenom hraniva, izuzev N1 varijante na černozeu.

Broj kvržica soje, u obe ispitivane godine i na oba lokaliteta gajenja, se ravnomerno smanjivao sa povećanjem količine upotrebljenih azotnih hraniva. Azotna hraniva dovela su do smanjenja brojnosti i aktivnosti simbioznih azotofiksatora. Azot je inhibirao pripajanje i ulazak soja Rizobium u korenovu dlačicu.

Povećan sadržaj neorganskih oblika azota dovodi do smanjenja brojnosti i aktivnosti simbioznih azotofiksatora, jer azot inhibiše pripajanje i ulazak rizobiuma u korenovu dlačicu. U zavisnosti od sorte i bakterijskog soja, može se obrazovati 10 do 50 i više kvržica. Uspešna nodulacija zavisi od niza abiotskih i biotskih interakcija u zemljištu. Nodulacija, a kasnije i fiksacija azota, zahteva ispunjenje dva bitna uslova, kolonizaciju površine korena s kompatibilnim Rhizobium sojem i infekciju korenovih dlačica

### **Zaključak**

Na osnovu dvogodišnjih rezultata istraživanja uticaja azotnih hraniva na nodulaciju soje mogu se doneti sledeći zaključci:

- \* Uspešna nodulacija zavisila je od više abiotskih i biotskih interakcija u zemljištu.
- \* Tip zemljišta ima veliki uticaj na nodulaciju.
- \* Broj kvržica soje, u obje ispitivane godine i na oba lokaliteta gajenja, ravnomerno se, smanjivao sa povećanjem količine upotrebljenih azotnih hraniva. Veće količine azota deluju destimulativno na kvržične bakterije.
- \* U aridnoj godini bolji rezultati su bili na pseudogleju dok su u humidnoj godini bolji rezultati bili na černozeu.
- \* Primena Nitragin-a je obavezna agrotehnička mera u proizvodnji soje, samim tim smanjuje se upotreba azotnih hraniva i utiče se na povećanje plodnosti zemljišta.

## **Primjer 2**

### **UTICAJ SOLI NATRIJUMA NA KLIJANJE SJEMENA I RAZVOJ KLIJANCA JEČMA (HORDEUM VULGARE (L.))**

**Gorica Đelić , Snežana Branković , Mirjana Staletić , Milivoje Milovanović**

Prisustvo većih količina soli natrijuma u zemljištu je jedan od najozbiljnijih ograničavajućih faktora za rast useva i proizvodnju, naročito u sušnim regionima. Povećana koncentracija soli negativno utiče na klijanje, rast i razvoj biljaka jer povećava osmotski potencijal u spoljašnjoj sredini koji onemogućava normalno usvajanje vode a i dovodi do promena u dostupnosti

rezervnih materija . Ukoliko biljka usvoji soli može doći do nakupljanje istih u međucelijski prostor i u različite delove ćelija što može dovesti do inaktivacije različitih enzima i oštećenja površine ćelijskih membrana, a to se nepovoljno odražava na rast i razvoj biljaka.

Ječam se smatra jednom od najstarijih, najrasprostranjenijih žitarica u Evropi i četvrta je najvažnija žitarica usjeva u svijetu posle pšenice, kukuruza i pirinča . Od svih pravih žita ječam je najotporniji na sušu, ekonomično troši vodu i ima mali transpiracioni koeficijent. Posejduje nutritivna i ljekovita svojstva.

**Cilj istraživanja je da se: ispita klijavost (procenat klijavosti i energija klijavosti) sjemena *Hordeum vulgare* L. u uslovima stresa izazvanog prisustvom soli: NaCl, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; odredi letalna koncentraciju ovih soli za klijanje semena i utvrdi tolerantnost klice na različite koncentracije ovih soli na osnovu rasta korijenka i hipokotila**

### **Materijal i metode rada**

U laboratorijskim uslovima u sterilnu Petri kutiju stavljeno je po 40 semena ječma i 5 ml rastvora NaCl koncentracije 0,02 mol/dm<sup>3</sup>. Postupak je ponovljen i sa koncentracijama 0,04 mol/dm<sup>3</sup> ; 0,08 mol/dm<sup>3</sup> ; 0,16 mol/dm<sup>3</sup> ; 0,32 mol/dm<sup>3</sup> ; 0,64 mol/dm<sup>3</sup> . Na isti način je vršeno određivanje uticaja Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> na klijanje semena i porast klijanca ječma. Rađena je i kontrola u destilovanoj vodi. Za svaku koncentraciju soli postojale su tri probe. Semena su klijala na temperaturi 22 °C. Klijanje je praćeno 24h od postavljanja eksperimenta, i na svaka sledeća 24h brojana su klijala semena zaključno sa sedmim danom. Sedmog dana vršeno je mjerenje dužine korijenka i hipokotila

### **Rezultati istraživanja i diskusija**

Klijavost i rani rast klice su najosetljivije faze u razvoju biljaka. Brojna istraživanja klijanja semena u uslovima stesa izazvanog dejstvom različitih soli pokazala su da semena većine vrsta dostigne svoj maksimum klijanja u destilovanoj vodi dok u prisustvu soli značajno se smanjuje % klijavosti ali i razvoj klice .Sjemena ječma u destilovanoj vodi (kontrola) klijala su 94,2%. Analiza rezultata merenja klijavosti sjemena ječma, izloženih različitim koncentracijama NaCl, NaHCO<sub>3</sub> Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pokazuje da procenat klijavosti zavisi od koncentracije i vrste rastvora. Letalna koncentracija rastvora Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> je 0,32 mol/dm<sup>3</sup> a za rastvore NaCl, NaHCO<sub>3</sub> je 0,64 mol/dm<sup>3</sup> . U najslabije korišćenoj koncentraciji (0,02 mol/dm<sup>3</sup> ) NaCl i Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> klijavost je neznatno smanjena u odnosu na kontrolu . Rastvori soli NaHCO<sub>3</sub> i Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> koncentracije 0,02 mol/dm<sup>3</sup> pokazuju jači toksični efekat jer je klijavost u odnosu na kontrolu smanjena za 27.7% (NaHCO<sub>3</sub>) odnosno za 16% (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Sa povećanjem koncentracija povećava se i toksični efekat rastvora svih soli. Na osnovu ukupne toksičnosti na % klijavosti sve soli možemo da poredamo u niz NaCl < Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> < NaHCO<sub>3</sub> < Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Dobijeni rezultati pokazuju da se toksični efekat korišćenih soli ispoljava ne samo na smanjenje % klijalih semena već i na smanjenje porasta korijejnka i hipokotila. NaCl ima najslabiji toksičan efekat u odnosu na ostale korišćene soli. Ako se posmatra odnos dužine korijenak : hipokotil , u rastvoru koncentracije 0,02 mol/dm<sup>3</sup> može se konstatovati da je taj odnos u rastvoru NaCl 1: 1,7;



u rastvoru  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1: 1,6; u rastvoru  $\text{NaHCO}_3$  1,1: 1 (hipokotil je duži od korijenka); u rastvoru  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1,7: 1 (hipokotil je mnogo duži od korijenka). Ovi rezultati ukazuju da je porast korijenka i u najslabije korišćenoj koncentraciji rastvora  $\text{NaHCO}_3$  i  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  značajno zaustavljen. Ovi rezultati ukazuju da je toksični efekt soli  $\text{NaCl}$  i  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  jače izražen na porast hipokotila a soli  $\text{NaHCO}_3$  i  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  na porast korijenka.

### **Zaključak**

Na osnovu rezultata dobijenih testiranjem različitih koncentracija rastvora  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$  i  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  na procenat klijavost, energiju klijavosti, dužinu korijenka i hipokotila vrste *Hordeum vulgare* može se zaključiti da sve koncentracije ispitivanih soli deluju inhibitorno na praćene parametre. Ječam nije tolerantan na soli natrijuma. Dužina korijenka i hipokotila je dobar pokazatelj toksičnog delovanja ispitivanih soli. Na osnovu ukupne toksičnosti na % klijavosti sve soli možemo da poredamo u niz  $\text{NaCl} < \text{Na}_2\text{SO}_4 < \text{NaHCO}_3 < \text{Na}_2\text{CO}_3$