

# Optimiziranje doze gnojiva primjenom naprednog računalnog sustava

---

**Gvozdić, Antonio**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:474398>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-19**



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

Antonio Gvozdić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivrede

Smjer Agroekonomika

**Optimiziranje doze gnojiva primjenom naprednog računalnog  
sustava**

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonio Gvozdić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivrede

Smjer Agroekonomika

**Optimiziranje doze gnojiva primjenom naprednog računalnog  
sustava**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Boris Đurđević, mentor
2. Prof. dr. sc. Irena Jug, član
3. Prof. dr. sc. Danijel Jug, član

Osijek, 2020.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera

Završni rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Agroekonomika

Antonio Gvozdić

### Optimiziranje doze gnojiva primjenom naprednog računalnog sustava

**Sažetak:** Suвременa poljoprivreda postala je nezamisliva bez korištenja gnojiva. Ukoliko poljoprivredni proizvođači žele pratiti trendove, biti u korak s vremenom, napretkom i svjetskom konkurencijom, ključan je faktor osigurati poljoprivrednim usjevima ishranu biogenim elementima kojima tlo nije dovoljno bogato, a to je ujedno i način za postizanje visokih i stabilnih prinosa. Istraživanje se temeljilo na kemijskoj analizi tla, a dobiveni podaci korišteni su za izračun optimalne gnojidbe pomoću naprednog računalnog programa ALRxp. Utvrđena je najveća potreba za dušikom i fosforom kod uzgoja 12 t ha<sup>-1</sup> kukuruza (163,78 kg N ha<sup>-1</sup> i 94,78 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). Šećerna repa imala je najveću potrebu za kalijem 140,56 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, dok su najmanje prosječne potrebe dušika fosfora i kalija izračunate za ostvarivanje 8 t ha<sup>-1</sup> zrna pšenice. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da se vrijednost kalkulatora najviše očituje u njegovoj adaptabilnosti na razne agroekološke uvjete, održivosti proizvodnje, ali i u brzini, preciznosti i uštedama što su glavni postulati današnje moderne poljoprivredne proizvodnje.

**Ključne riječi:** gnojidba usjeva, gnojidbeni kalkulator, gnojidbena preporuka, gnojidba pšenice, gnojidba kukuruza, gnojidba šećerne repe

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

BSc Thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Agroecconomics

Antonio Gvozdić

### Fertilizer dose optimization using advanced computer system

**Summary:** Modern agriculture has become unthinkable without the use of fertilizers. If farmers want to follow trends, keep up with the times and progress with global competition, the key factor is to provide agricultural crops with nutrients that are not rich enough in soil. This is also a way to achieve high and stable yields. The research was based on chemical analysis of the soil. The obtained data were used to calculate the optimal fertilization using the advanced computer program ALRxp. The highest need for nitrogen and phosphorus have maize (163.78 kg N ha<sup>-1</sup> and 94.78 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). Sugar beet had the highest need for potassium 140.56 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, while the lowest average needs of nitrogen phosphorus and potassium were calculated to achieve 8 t ha<sup>-1</sup> grain of wheat. Based on the obtained results, it can be concluded that the value of the calculator is most evident in its adaptability to various agroecological conditions, sustainable production, but also in speed, accuracy and savings, which are the main postulates of today's modern agricultural production.

**Keywords:** crop fertilization, fertilization calculation, fertilization recommendations, wheat fertilization, maize fertilization, sugar beet fertilization

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Važnost analize tla .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Gnojidba pšenice .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Gnojidba kukuruza .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Gnojidba šećerne repe.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Gnojidbeni kalkulatori i preporuke.....</b>	<b>6</b>
<b>2. MATERIJALI I METODE .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Analiza tla.....</b>	<b>7</b>
2.1.1. <i>Reakcija tla.....</i>	<i>9</i>
2.1.2. <i>Hidrolitička kiselost.....</i>	<i>9</i>
2.1.3. <i>Karbonati.....</i>	<i>9</i>
2.1.4. <i>Al fosfor i kalij.....</i>	<i>9</i>
2.1.5. <i>Sadržaj organske tvari.....</i>	<i>9</i>
<b>2.2. Gnojidbeni kalkulator .....</b>	<b>10</b>
<b>3. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Kemijska analiza tla .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Izračun gnojidbenih preporuka .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Gnojidbene preporuke za usjeve.....</b>	<b>16</b>
<b>4. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>20</b>
<b>5. POPIS LITERATURE.....</b>	<b>21</b>
<b>6. PRILOZI .....</b>	<b>24</b>

## 1. UVOD

Suvremena poljoprivreda postala je nezamisliva bez korištenja gnojiva. Ukoliko poljoprivredni proizvođači žele pratiti trendove, biti u korak s vremenom, napretkom i svjetskom konkurencijom, ključan je faktor osigurati poljoprivrednim usjevima ishranu biogenim elementima kojima tlo nije dovoljno bogato, a to je ujedno i način za postizanje visokih i stabilnih prinosa. Budući da je okoliš u kojem živimo i u kojem uzgajamo biljke sve zagađeniji, izuzetno je važno odrediti potrebu biljaka za određenim elementima biljne ishrane. Postoji niz metoda (kemijske analize tla, mikrobiološke metode, poljski pokusi i druge) koje se primjenjuju u svrhu izračuna optimalne doze gnojiva, a sve s ciljem smanjenja onečišćenja tla te ostvarivanja optimalne ekonomske koristi.

Unaprjeđenju i modernizaciji procesa gnojidbe značajno je pridonijelo uvođenje računalnih kalkulatora za izračun gnojdbene preporuke. Ovakvi kalkulatori uzimaju u obzir sve bitne aspekte te osim što daju podatke o potrebi biljke za hranivima, mogu dati i pisana objašnjenja postupaka, poučiti kako ukloniti nedostatke i probleme u proizvodnji.

Svaki poljoprivrednik koji očekuje visoke i stabilne prinose dužan je biljci omogućiti dovoljnu i kontinuiranu opskrbu hranjivim tvarima. Pravilna i uravnotežena gnojidba nije moguća bez detaljne kemijske analize tla. Gnojidba pripada najvažnijim agrotehničkim mjerama i potrebno ju je obavljati poštujući načela dobre poljoprivredne prakse. Primjenom kemijske analize tla postavljaju se temelji dobre gnojdbene preporuke te dobivamo informacije o opskrbljenosti tla elementima biljne ishrane. Osim utvrđivanja nedostataka elemenata biljne ishrane, analiza tla donosi rezultate o toksičnim elementima i ostalim štetnim utjecajima (Vukadinović i Bertić, 2013.)

Zbog učestale odnosno nepravilne gnojidbe iznimno je važno obratiti pozornost na zdravlje tla jer je ono još uvijek nezamjenjivi resurs u proizvodnji hrane. Plodnost tla zbog njenog nestabilnog karaktera nije moguće odrediti na duži vremenski period, nego se procjena treba učestalo ponavljati, zbog čega je jasno određena razlika između potencijalne i efektivne plodnosti (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Plodnost tla određena je velikim brojem različitih faktora koje najopćenitije možemo podijeliti na unutarnje i vanjske. Za pravu procjenu plodnosti potrebno je znanje i iskustvo poljoprivrednih proizvođača.

Hranjivi elementi većinom ostaju u tlu. Ipak, dio hranjivih elemenata odnosi se žetvom, a neki od njih mijenjaju se u biljci nepristupačne oblike. Ukoliko se izgubljena količina hraniva ne nadoknađuje, tlo će kroz godine gubiti na plodnosti. Dio hraniva se mijenja u

biljci pristupačne oblike (mobilizacija hraniva), ali se proces gubitka i odnošenja hraniva urodom odvija puno brže. Konačno, sukladno svemu rečenomu, gnojidbu u današnje vrijeme možemo smatrati (nužnom) investicijom u biljnu proizvodnju, nikako troškom (Vukadinović i Bertić, 2013.).

Korištenjem računalnog modela kalkulacije gnojidbe u obzir se uzimaju drugi relevantni aspekti koji su zanemareni kod obične gnojidbe. Iz agrološke perspektive, vodi se računa o plodnosti te zdravlju tla, dok se iz ekološke perspektive smanjuje zagađenje tla i okoliša. Ne smijemo zanemariti niti ekonomsku perspektivu; ukoliko optimiziramo gnojidbu, neće doći do dodatnih i nepotrebnih troškova vezanih uz ovaj proces (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Kada govorimo o potrošnji mineralnih gnojiva na razini Europske unije, dostupni podaci pokazuju da je potrošnja mineralnih gnojiva na bazi dušika i fosfora ostala visoka u razdoblju između 2008. i 2018. godine. Potrošnja dušika u 2018. godini veća je za 1,9% u odnosu na potrošnju 2008., a iznosi oko 10,2 milijuna tona. Potrošnja fosfora u 2018. godini iznosi oko 1,1 milijuna tona, što je smanjenje od 1,2% u odnosu na potrošnju deset godina ranije. Do značajnijih fluktuacija u potrošnji gnojiva dolazilo je u nekoliko navrata (2009., 2010., 2012. godine) zbog porasta njihove cijene jer je jaka potražnja za naftom utjecala na troškove poljoprivrednih inputa budući da se dušična gnojiva proizvode od prirodnog plina, a fosfati se kopaju izvan Europske unije što rezultira visokim proizvodnim i transportnim troškovima, a sve navedeno usko je povezano s cijenama nafte (Eurostat, 2020). S obzirom na godišnju potrošnju fosfatnih gnojiva, važno je imati na umu mogućnost iscrpljivanja važnih rudnih izvora fosfora. Prema nekim predviđanjima, vrhunac proizvodnje fosfatnih mineralnih gnojiva predviđa se oko 2030., nakon čega će uslijediti pad proizvodnje, ukoliko ne dođe do novih nalazišta rudnih izvora ili novih načina iskorištavanja postojećih (Kovačić, 2020). Prema podacima za 2018. godinu, veliki poljoprivredni proizvođači poput Njemačke, Poljske, Španjolske, UK i Turske troše izuzetno velike količine dušičnih gnojiva koje se broje u milijunima tona. S druge strane, neke zemlje izvještavaju o smanjenju potrošnje dušičnih gnojiva u razdoblju od 2008. do 2018. za više od 10%. Među spomenutima prednjači Republika Hrvatska koja izvještava o padu potrošnje ovih gnojiva za 42% (Eurostat, 2020).

Cilj ovog rada je pomoću ALRxp kalkulatora opisati i izračunati gnojidbene doze za ratarske usjeve te tako spriječiti pretjerano ili nedostatno apliciranje gnojiva u tlo.

## **1.1. Važnost analize tla**

Kako bi tlo bilo u mogućnosti pružiti vrhunske prinose potrebna mu je pravilna i uravnotežena ishrana hranjivim elementima. U ratarskoj proizvodnji, tlo je nezamjenjivi resurs koji bi bez pravilne gnojidbe rezultirao smanjenim prinosima koji bi bili vidljivi i tijekom vegetacije. Osim očuvanja tla od prekomjerne gnojidbe, analiza tla omogućuje poljoprivrednicima planiranje i smanjivanje troškova kako bi uz minimalan input postigli maksimalan output (Đurđević, 2014.)

Važnost i potrebu za obavljanjem kemijske analize tla dovoljno opisuje podatak da u istočnoj Hrvatskoj od približno 25.000 uzoraka tla čak 55% ima nedovoljno fosfora, 38% bilježi nedostatak kalija, 16% nedostatak humusa manje od 1,5%, a 50% uzoraka tla bilo je jako do ekstremno kiselo ( $\text{pHKCl} < 5,5$ ) (Vukadinović i Bertić, 2013.).

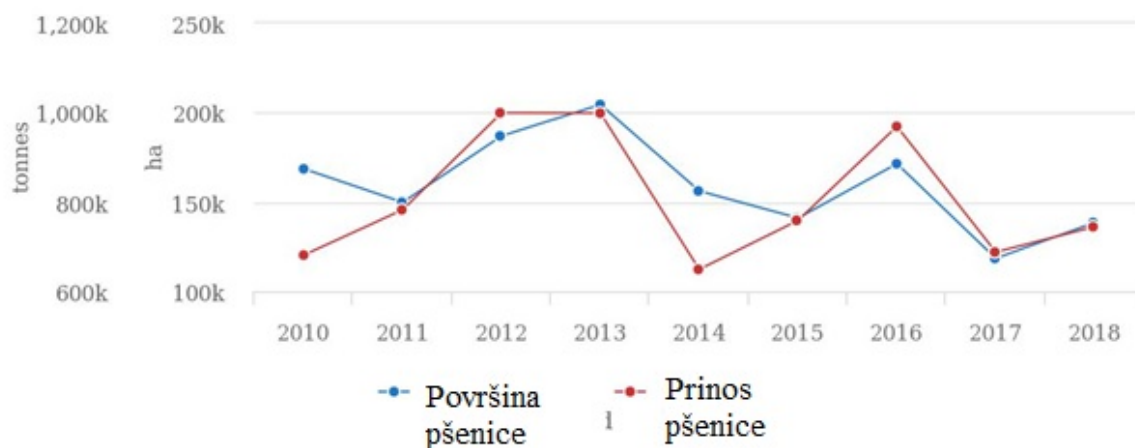
Nije rijedak slučaj da poljoprivrednici smatraju da, ukoliko je prošla godina bila rodna, treba primijeniti istu gnojidbu. Svjedočimo raznim vremenskim uvjetima iz godine u godinu, a time se mijenjaju i ostali uvjeti poput zemljišnih, biljnih, ekonomskih i drugih. Sve to utječe na biljnu ishranu i ona nikako ne može biti jednaka onoj od prošle godine (Vukadinović i Bertić, 2013.).

## **1.2. Gnojidba pšenice**

Pravilna agrotehnika vrlo je važna u postizanju visokih i stabilnih prinosa pšenice, ali i kvalitete uroda. Količinu potrebnih hraniva najlakše ćemo utvrditi na temelju kemijske analize tla. Ukoliko je predkulturaneka od kultura koja ostavlja dosta žetvenih ostataka, potrebno je unijeti 100-1500 kg/ha UREE kako bi se žetveni ostaci lakše razgradili. Osnovna gnojidba obavlja se NPK gnojivima koja imaju razne formulacije te ih poljoprivrednik odabire prema potrebi svog zemljišta.

Prva prihrana važna je za razvoj budućeg klasa, stoga je važno da je pravovremena. Ona utječe na boju i intenzivira fotosintezu. Obavlja se kod pojave 3. i 4. lista. Druga prihrana obavlja se na početku vlatanja. Treća korektivna prihrana obavlja se od početka klasanja do cvatnje pšenice (Pajić i sur., 2015.) (Slika 1.).





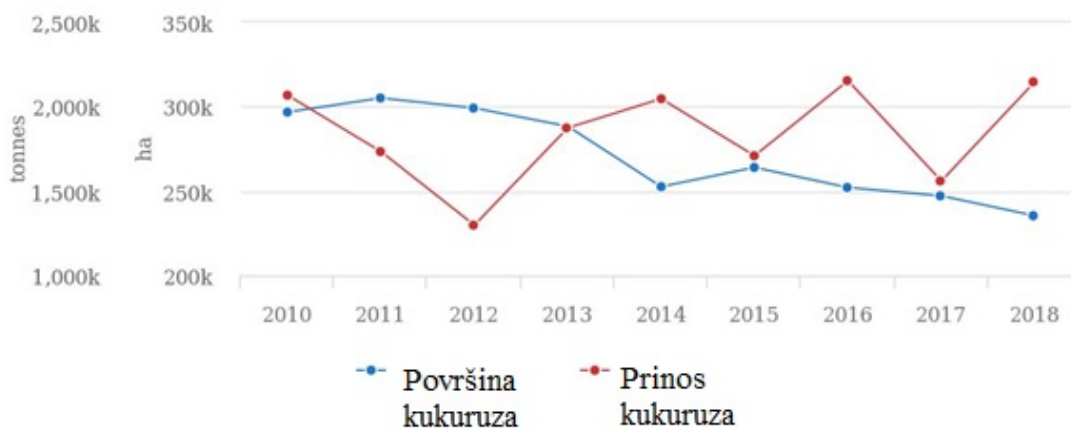
Source: FAOSTAT (Aug 29, 2020)

Slika 1. Površina/prinosi pšenice u Hrvatskoj. Izvor: FAOSTAT, 2020.

### 1.3. Gnojidba kukuruza

Kao i sve druge kulture, gnojidbu kukuruza treba obavljati na temelju kemijske analize tla. Pravilna gnojidba neophodna je za postizanje vrhunskih rezultata. Prema Stojiću (2009.), kukuruz zahtijeva optimalnu gnojidbu od 150-200kg/ha N, 100-130kg/ha fosfora te 120-180kg/ha kalija. Ovisno o potrebama dodaje se gnojivo NPK 7-20-30 ili 8-26-26. U startnoj gnojidbi dodaje se NPK 15-15-15. Prvo prihranjivanje potrebno je obaviti sa 100-150kg/ha KAN-a, a drugo sa 100-150kg/ha KAN-a.

U Republici Hrvatskoj kukuruz je jedna od najvažnijih i najzastupljenijih kultura jer svojim hibridima dostiže visoke rezultate samo uz pravilnu i uravnoteženu gnojidbu (Stojić, 2009.) (Slika 2.).



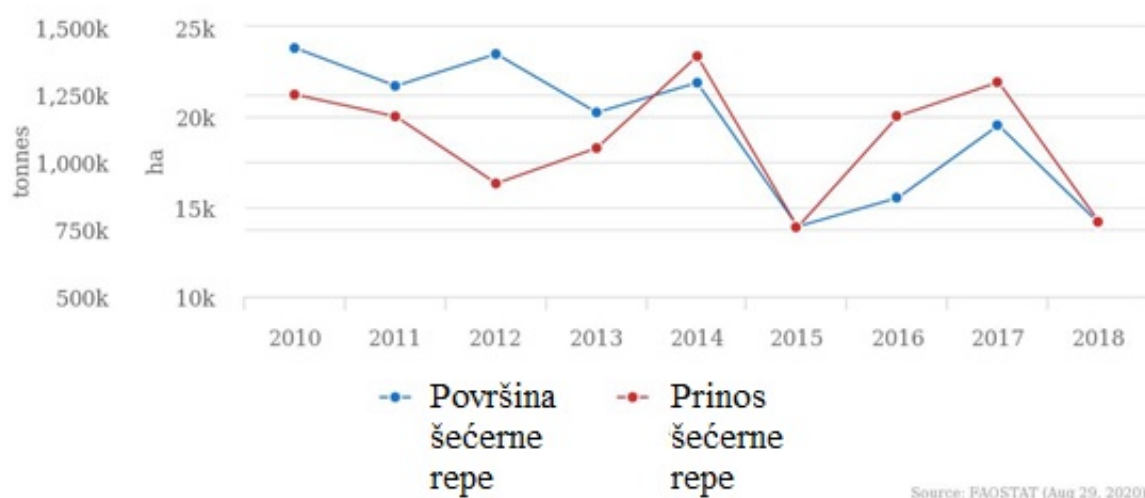
Source: FAOSTAT (Aug 29, 2020)

Slika 2. Površina/prinosi kukuruza u Hrvatskoj. Izvor: FAOSTAT, 2020.

## 1.4. Gnojidba šećerne repe

U proizvodnji šećerne repe, uz gnojidbu, važnu ulogu imaju zemljište i vremenski uvjeti. Kod gnojidbe šećerne repe centralno mjesto zauzima dušik i kalij koji su ujedno i nositelji prinosa. Osim što je nositelj prinosa, dušik utječe na kvalitetu korijena, stoga je jako važno pravilno ga dozirati. Usvajanje dušika kod šećerne repe ovisi o više čimbenika:

1. vremenski i zemljišni uvjeti,
2. raspored biljaka u redu i po jedinici površine,
3. oblik dodanog dušika (Kristek i sur., 2011.).



Slika 3. Prinos/površina šećerne repe u Hrvatskoj. Izvor: FAOSTAT, 2020.

## 1.5. Gnojidbeni kalkulatori i preporuke

Gnojidbena preporuka je savjet poljoprivredniku kako pravilno primijeniti dozu, oblik i način primjene gnojiva i pri tom uvažava sve važne čimbenike koji utječu na prinos.

Chadak i suradnici 2017. godine su predstavili moderni mehanizam za izračun gnojidbenih preporuka koji će u budućnosti zasigurno pridonijeti unaprjeđenju „pametne poljoprivrede“. Njihov sustav djeluje tako da se u bazu podataka unose informacije o kemijskoj analizi tla, ali i informacije sa satelita i interneta. Ovaj sustav predstavlja pokušaj korištenja modernih tehnologija mjesto odluka čovjeka. Sustav na bazi algoritama donosi odluke prema fazama razvoja biljke, uzimajući pritom u obzir i druge relevantne faktore poput vremenskih uvjeta i potrebe za vodom ili zaštitom od bolesti.

Drugi sustav nazvan *1-2-3 personalized fertilizer* djeluje putem aplikacije na pametnom telefonu u koju se potrebno registrirati i unijeti svoje podatke. Aplikacija je vrlo jednostavna za korištenje jer ne zahtijeva previše informacija. Potrebno je unijeti vrstu usjeva, koliki prinos očekujemo i dostupne količine N, P i K u tlu. Aplikacija šalje povratnu informaciju o potrebama gnojidbe putem SMS-a. Istraživanja s polja riže na Tajlandu pokazuju kako bismo korištenjem ove aplikacije mogli uštedjeti oko 312.5 milijuna dolara godišnje (Sriswasdi i sur., 2008.).

Ovo su samo neki od dostupnih softvera i modernih tehnologija koje suvremeni poljoprivrednik uz minimalna tehnička ulaganja može koristiti kako bi unaprijedio proizvodnju biljaka, vodeći pritom brigu i o očuvanju okoliša i o ekonomskoj perspektivi svoga poslovanja.

## 2. MATERIJALI I METODE

Uzorci tla za potrebe analize i izračuna gnojidbenih preporuka prikupljeni su na području općine Vrbanja u blizini mjesta Soljani. Ukupno je prikupljeno devet uzoraka tla, a gnojidbene preporuke izračunate su za pšenicu (planirani prinos  $8 \text{ t ha}^{-1}$ ), kukuruz (planirani prinos  $12 \text{ t ha}^{-1}$ ) i šećerna repa (planirani prinos  $65 \text{ t ha}^{-1}$ ) (Slika 4).

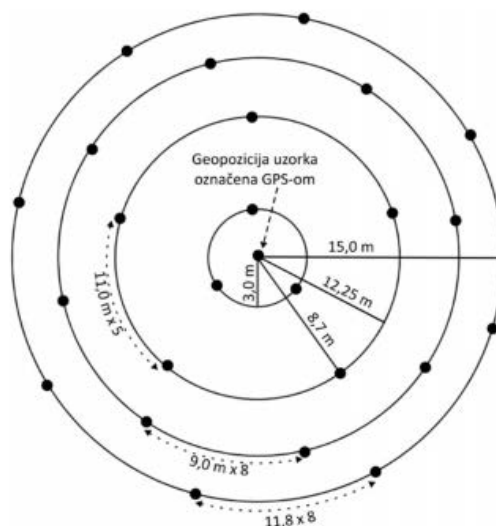


Slika 4. Lokacije uzimanja uzoraka tla

### 2.1. Analiza tla

Uzorkovanje i kemijska analiza tla obavljaju se kako bi se utvrdila raspoloživost esencijalnih elemenata za razvoj biljke, ali i ostala svojstva tla kao što su pH, humus, tekstura tla, adsorpcijski kompleks koji značajno utječu na plodnost tla. Ukoliko se pridržavamo gnojidbene preporuke temeljene na kemijskoj analizi tla, osigurat ćemo veći prinos, povećanu kvalitetu hrane, smanjiti troškove proizvodnje te smanjiti loš utjecaj na okoliš (Lončarić i sur., 2014.).

Za potrebe izrade završnog rada primijenjena je referentna metoda uzimanja uzoraka tla. Metoda referentnog uzorka tla primjenjuje se u kontroli plodnosti tla gdje se uzima jedan uzorak na površini veličine 5ha. Prosječni uzorak iznosi 0.5-1.0 kg a čine ga 20-25 izmiješanih uzoraka koji se uzimaju prema shemi na Slici 5. (Đurđević, 2014.).



Slika 5. Metoda referentnog uzorka. Izvor: Đurđević, 2014.

Najjednostavniji način uzorkovanja tla je pomoću sonde. Uzorkovanje pomoću sonde provodi se u 4 koraka:

1. uklanjanje biljnih ostataka s površine tla na kojoj ćemo upotrijebiti sondu
2. utiskivanje sonde u tlo
3. kružno okretanje sonde u tlu i izvlačenje iz tla
4. istiskivanje (šipkom ili nožem) uzorka tla u vrećicu za prosječni uzorak (Lončarić i sur., 2014.).

Nakon uzimanja uzorka, dopremljeni uzorci su očišćeni od primjesa (kamenja, drvo, korijenje, staklo, plastika), nakon čega sušeni i usitnjeni specijaliziranim mlinom za tlo. Sušenje se može obavljati u specijaliziranim sušarama u kojima je temperatura do 50°C i traje 24-48h, dok sušenje na sobnim temperaturama može trajati i 3 do 5 puta duže (Đurđević, 2014.).

### 2.1.1. *Reakcija tla*

Reakcija tla, koja je izražena kao pH vrijednost, govori nam kolika je raspoloživost tla za usvajanje određenih hranjivih elemenata. U zrakosuhim uzorcima tla utvrđena je aktualna i supstitucijska kiselost tla elektrometrijski, pH-metrom (Đurđević, 2014.).

### 2.1.2. *Hidrolitička kiselost*

Hidrolitička kiselost nastaje pri neutralizaciji tla višebaznim mineralnim kiselinama pri čemu se svi vodikovi atomi ne zamjenjuju lužinama kod iste pH vrijednosti sredine. Aktivirana je alkalnim solima (Na-acetat ili Ca-acetat) pri čemu dolazi do zamjene H<sup>+</sup> (i Al<sup>+</sup>) iona s adsorpcijskog kompleksa tla alkalnim ionima iz acetata neutralne (Vukadinović i Vukadinović, 2011.; Đurđević, 2014.).

### 2.1.3. *Karbonati*

Karbonati u tlu određeni su volumetrijskom metodom po Scheibler-u (ISO 10693, 1995.) mjerenjem volumena CO<sub>2</sub> koji se iz karbonata tla razvija djelovanjem 10 % HCl (klorovodične kiseline) (Đurđević, 2014.).

### 2.1.4. *Al fosfor i kalij*

Pristupačnost fosfora i kalija u tlu izmjerena je Al-metodom koja se temelji na ekstrakciji tla s amonijlaktatom (Đurđević, 2014.). Lakopristupačni fosfor i kalij u tlu određeni su prema Egner-Riehm-Domingu AL metodom (Egneretal, 1960.) ekstrakcijom tla s amonijlaktatom. Vrijednosti veće od 50 mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i AL-K<sub>2</sub>O unesene su u bazu s vrijednosti 50 mg·100g<sup>-1</sup> iz pragmatičnih razloga, jer vrijednosti više od te granice ne utječu na gnojdbenu preporuku, a lako mogu biti prouzročene nepravilnim uzimanjem uzoraka tla (nakon mineralne ili organske gnojdbenosti).

### 2.1.5. *Sadržaj organske tvari*

Sadržaj organske tvari određen bikromatnom metodom koja predstavlja mokro spaljivanje organske tvari tla kalijevim bikromatom u sumpornoj kiseline. Koncentracija

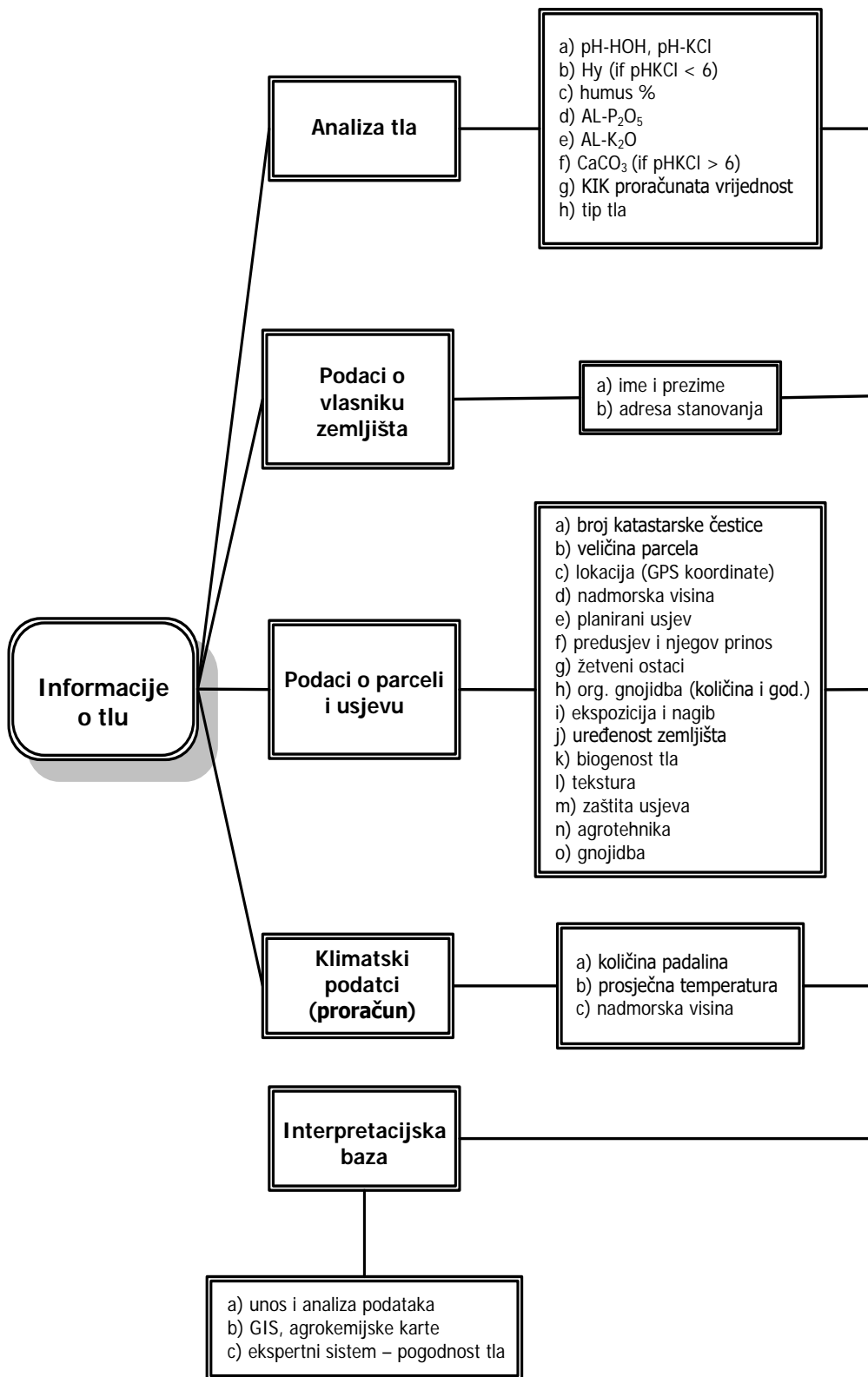
organskog ugljika mjeri se spektrofotometrijski na valnoj duljini od 585nm (Đurđević, 2014.).

## 2.2. Gnojidbeni kalkulator

Za potrebe izračuna gnojidbenih preporuka korišten je gnojidbeni kalkulator ALR xp. (Vukadinović, 2014.) te su izračunate gnojidbene preporuke za 3 najznačajnije ratarske kulture (pšenicu, kukuruz i šećernu repu). Gnojidbeni kalkulator je precizno osmišljen sustav koji omogućava brže i točnije izračunavanje potrebe gnojidbe. Osim podataka o kemijskoj analizi tla, ovaj kalkulator u obzir uzima niz drugih, vrlo važnih podataka za procjenu plodnosti tla. Tako ulazna baza omogućava unos prosječnih godišnjih oborina, prosječne godišnje temperature, navodnjavanja, drenaža, dubina obrade, predkultura i njenih prinosa, organske gnojidbe, žetvenih ostataka, klime, nadmorske visine, nagiba i drugih relevantnih informacija. Sve te informacije vrlo su korisne za konačan rezultat i preporuku gnojidbe (Slika 6.). Postoje dvije verzije ALR gnojidbenog kalkulatora kojem je autor Vladimir Vukadinović. Jedna verzija je javna i dostupna svima, no druga, ekspertna verzija sadržava puno više mogućnosti. Kalkulator je jedinstven i koristi se za izradu gnojidbenih preporuka, ali i za utvrđivanje potrebe kondicioniranja tla (Slika 7.).

U ALR kalkulator potrebno je unijeti četiri grupe podataka:

1. ime datoteke u kojoj će biti sačuvani podatci i rezultati proračuna gnojidbe, podaci o vlasniku, lokaciji/regiji i veličini parcele,
2. tehnološki podaci (vrsta, ciljna visina prinosa, predusjev i količina žetvenih ostataka, organska gnojidba i godina od njene primjene),
3. rezultati analize tla (pH-KCl, humus %, AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O u mg 100 g<sup>-1</sup> tla i teksturna grupa tla),
4. raspoložive formulacije za kompleksna, pojedinačna mineralna i organska gnojiva (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).



Slika 6. Informacije o tlu. Izvor: Đurđević, 2010.



ALR kalkulator			Proračun gnojidbe usjeva V. Vukadinović <sup>©</sup> (03.08.2012.)	
<b>1)* Ime datoteke:</b>			<b>Rezultati:</b>	
KBF_UPL_2012-08-26(78).csv	<b>2)* Prezime i ime:</b>	<b>3)* ZIP, grad, ulica i broj:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PODACI O PARCELI (Vlasnik: PPK Valpovo-PO Brodanci</b></li> <li>Adresa: Brkićeva 87, 31223 Brodanci</li> <li>Parcela: 2502920 Površina: 4.6 (ha)</li> <li>Geo. dulj.: 18.48898 E Geo. šir.: 45.59754 N</li> <li>Usjev: Pšenica ozi Plan. pri.: 7.00 t/ha</li> <li>Predusjev: Uljana repi Žet. osta.: 1.00 t/ha</li> <li>Stajnjak: 0 t/ha God. prim.: bez org. gnojja</li> <li>pH(KCl): 4.87 pH(HOH): 5.49</li> <li>AL-P2O5: 19.30 AL-K2O: 33.31 (mg/100g)</li> <li>Humus %: 2.07 N-ukup. %: 0.1*</li> <li>KIK: 17.33 Hy meq/100: 3.41 (meq/100g)</li> <li>Navod.: Suho ratar. * empirijska vrijednost</li> <li>Rel. pog.: 66.59% RP za usjeve</li> </ul>	
<b>4) Regija (obor. mm/god.):</b>	<b>5)* Broj kat. čest:</b>	<b>6)* Površina parcele ha:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GNOJIDBENA PREPORUKA (kg/ha):</b></li> <li>NPK potreba: 170:62:0 (N:P2O5:K2O kg/ha)</li> <li>Omjer: 10:5:0 (idealna formulacija)</li> <li>NPK-gnoj: 12:52:0 MAP (formulacija NPK)</li> <li>NPK: 119 za 4.60 ha 547.4 kg</li> <li>Urea: 85 za 4.60 ha 391.0 kg</li> <li>KAN: 433 za 4.60 ha 1991.8 kg</li> <li>KAN + Urea: 116.91 + 39.1 = 156.0 N kg/ha</li> <li>P-gnojivo: KCl 60% za 4.60 ha 0 kg</li> <li>• <b>BILANCA NPK (kg/ha) =&gt; 0 : 0 : 0 =&gt; Bilanca OK!</b></li> <li>• <b>KALCIZIACIJA (kg/ha) uz B5 = 90 %</b></li> <li>Ca: 1308 za 4.60 ha 6016.8 kg</li> <li>CaO: 1831 za 4.60 ha 8422.6 kg</li> <li>CaCO3: 3270 za 4.60 ha 15042.0 kg</li> <li>Karbokalk: 4186 za 4.60 ha 19255.6 kg</li> </ul>	
< 700	2502920	4.60	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klima: 651 - 750 mm/god.; 11.5 °C/god.</li> <li>Rata N-min: 42.3 N kg/ha/god (procijena)</li> </ul>	
<b>7)* Geo. duljina (Long.):</b>	<b>8)* Geo. širina (Lat.):</b>	<b>10)* Google kml</b>		
18.48898E	45.59754N	Više uzoraka		
<b>9) navod</b>	<b>10) Planirani usjev:</b>	<b>11)* Planirani prinos t/ha:</b>		
Suho ratarenje	0. Pšenica ozima (5.0-9)	7.00		
<b>12) Predusjev:</b>	<b>13) Prinos predusjeva t/ha:</b>	<b>14) Žetveni ostaci t/ha:</b>		
Uljana repica	Ispod očekivanja	0.5		
<b>15) Org. gnojivo t/ha:</b>	<b>16) God. prim. stajnjaka:</b>	<b>17)* pH (KCl):</b>		
0	Bez org. gnojja	4.87		
<b>18)* pH (HOH):</b>	<b>19)* Humus %:</b>	<b>20)* AL-P2O5 mg/100g:</b>		
5.49	2.07	19.30		
<b>21)* AL-K2O mg/100g:</b>	<b>22) KIK meq/100g:</b>	<b>23) Hy meq H/100g:</b>		
33.31	17.33	3.41		
<b>24) CaCO3 %:</b>	<b>25) Tekstura tla:</b>	<b>26) Biogenost:</b>		
0	Lako ilovasto	Razgr. žet. ost. loša		
<b>27) Nagib i ekspozicija:</b>	<b>28) Urednost parcele:</b>	<b>29) Agrotehnika:</b>		
Bez nagiba	Neuređeno: često leži v	Osn. gnoj. i obr. sr. d		
<b>30) Zaštita usjeva:</b>	<b>31) Formulacija NPK:</b>	<b>32) P2O5-gnojivo:</b>		
Kem. - prev. & kur. - p	12 : 52 : 0	Bez P-gnojiva		
<b>33) K2O-gnojivo:</b>	Upotrebom samo jednog pojedinačnog gnojiva (P ili K) može se podesiti bilanca, ako NPK gnojivo nema suviše dušika!			
KCl 60%				
D:\01_Preporuke\KBF_2012\KBF_UPL_2012-08-26(78).csv			Browse...	
Računaj i spremi		Briši ispis	53	Slog baze

Slika 7. ALRxp ekspertni kalkulator. Izvor: Vukadinović, 2014.

### **3. REZULTATI I RASPRAVA**

#### **3.1. Kemijska analiza tla**

Rezultati istraživanja sadrže podatke dobivene na temelju analize uzoraka tla i provedenog izračuna pomoću ALRxp kalkulatora. Analizirano je ukupno devet uzoraka tla, a gnojidbene preporuke su izračunate za tri kulture (pšenicu, kukuruz i šećernu repu).

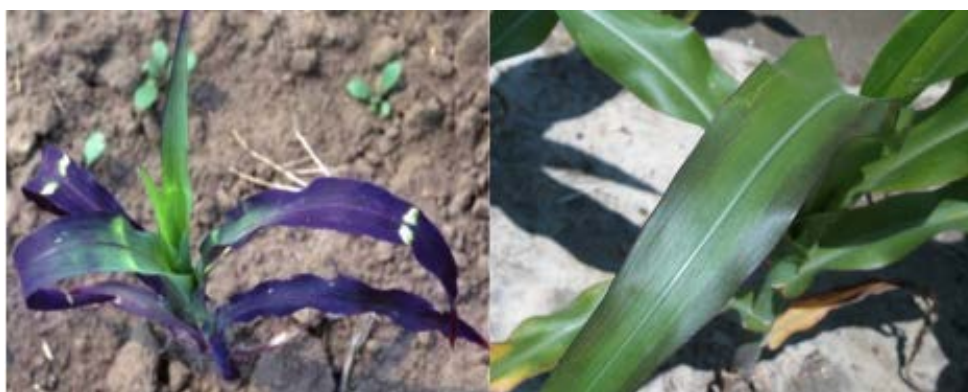
Prosječna pH vrijednost tla u vodi iznosila je 6,92 (Tablica 1.) što svrstava naše uzorke u tla s neutralnom reakcijom. Tla mogu biti kisela, neutralna ili alkalna. Sukladno tomu, različiti tipovi tala imaju različite sposobnosti apsorpcije. Efikasnost gnojidbe značajno se mijenja (pozitivno ili negativno) pod utjecajem pH vrijednosti tla (Vukadinović i Bertić, 2013.).

Sadržaj organske tvari u prosjeku je iznosio 2,06 % (Tablica 1.), odnosno tlo je slabo humozno što može značiti da su analizirane površine pod nekim vidom degradacije (Đurđević i sur., 2019.). Organska tvar u tlu podrijetlom je od ostataka živih i neživih organizama koji su više ili manje razloženi. Količina organske tvari utječe na mogućnost rasta biljaka. Sadržaj organske tvari ukazuje na način gospodarenja zemljištem te se mijenja ovisno o intenzitetu njegovog korištenja i gospodarenju organskom tvari (Đurđević, 2014.). U organsku tvar tla spadaju humus, organska gnojiva, žetveni ostaci i siderati. Značajan je izvor dušika, fosfora, ali i drugih elemenata biljne ishrane. Organska tvar u tlu sadrži prosječno 50-54% ugljika i 4-6 % dušika pa je omjer C/N približno 10:1. Organska tvar pozitivno utječe na niz čimbenika koji su važni za ostvarivanje stabilnih prinosa (stabilnost agregata tla, faktor kultivacije tla, potpomaže kretanju vode i zraka u tlu, sprječava eroziju, sprječava ispiranje hraniva, ima puforni efekt, daje boju tlu (Bot i Benites, 2015.; Liu i sur., 2010.).

Tablica 1. Osnovna kemijska analiza tla

Broj uzorka	pH KCl	pH H <sub>2</sub> O	Hy	OT %	Al P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100 g <sup>-1</sup>	Al K <sub>2</sub> O mg 100 g <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> %
1.	4,87	6,28	3,78	2,42	21,45	22,01	2
2.	5,98	7,13	2,38	2,55	19,48	20,54	2,1
3.	6,86	7,87	0	3,02	45,32	22,49	4,5
4.	7,23	8,37	0	1,7	13,5	16,1	5,1
5.	6,4	7,42	0	1,72	25,41	23,47	4,4
6.	4,53	6	4,14	1,65	18,73	24,13	2
7.	4,95	6,43	3,41	1,82	20,09	28,41	2,2
8.	5,00	6,39	3,62	1,84	18,5	26,91	3,1
9.	5,08	6,35	3,8	1,8	20,49	28,15	3,0
<b>Prosjek</b>	5,66	6,92	2,35	2,06	22,55	23,58	5,66
<b>Min.</b>	4,53	6,00	0	1,65	13,5	16,1	4,53
<b>Max.</b>	7,23	8,37	4,14	3,02	45,32	28,41	7,23

Sadržaj fosfora u analiziranim uzorcima kretao se je od niskih 13,5 do vrlo visokih 45,32mg 100 g<sup>-1</sup> tla, a prosječna vrijednost iznosila je 22,55mg 100 g<sup>-1</sup> što predstavlja dobru opskrbljenost fosforom (Tablica 1.). Fosfor je nemetal koji se u prirodi javlja u peterovalentnom obliku. Sastavni je dio organskih spojeva poput nukleoproteida, fosfolipida, enzima i mnogih drugih. Fosfor u tlu potječe od razgradnje matičnih stijena. Većina tala sadrži 40-80% anorganski vezanog i 20-60% organski vezanog fosfora. Biljke usvajaju fosfor u anionskom obliku, kao  $H_2PO_4^-$  i  $HPO_4^{2-}$ . Biljke ugrađuju fosfor bez redukcije u organsku tvar. Slab rast biljaka prvi je simptom nedostatka fosfora (Slika 8.). Osim slabog rasta, slabo se razvija korijenov sustav te kasne cvjetanje i zrioba što na kraju dovodi do smanjenog prinosa. Suvišak fosfora vrlo je rijetka pojava. Simptomi su mu usporen rast, dolazi do tamnomrkih pjega na lišću i do konačnog opadanja lišća (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).



Slika 8. Nedostatak fosfora. Izvor: Đurđević, 2014.

Prosječni sadržaj kalija iznosio je 23,58, što je dobra opskrbljenost kalijem (Tablica 1.). Kalij je alkalni metal vrlo rasprostranjen u prirodi. Nema vitalnu ulogu što se tiče rasta biljaka, ali je važan za fotosintezu, u floemskom transportu asimilata, metabolizmu dušika i procesima skladištenja rezervnih tvari jer ima ulogu modulatora aktivnosti enzima i elektrolita. Pokretljivost mu je vrlo dobra, dok je mogućnost ispiranja minimalna osim kod lakših, pjeskovitih tala. Nedostatak kalija osjeća se na cijeloj biljci zbog njegove funkcije u metabolizmu zbog čega biljke sporo rastu (Slika 9.). Simptomi se prvo zapažaju na mladom listu, dok boja u većini slučajeva ostaje nepromijenjena. Suvišak kalija se rijetko javlja, jedino je moguć na zaslanjenim tlima (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).



*Slika 9.* Nedostatak kalija. Izvor. Đurđević, 2014.

### **3.2. Izračun gnojidbenih preporuka**

Svi ulazni podaci, podaci o zemljištu – vlasniku parcele te analizirana kemijska i fizikalna svojstva tla opisuju ulaznu bazu podataka formiranu pomoću MS aplikacije Excel i sačuvanu u CSV formatu (comma separated value) (Slika 7.). Jedan uzorak tla, odnosno kompletan set informacija čini zapravo slog baze koju računalni program ALRxp automatski čita i računa potrebu gnojidbe za usjeve, kalcizaciju i drugo, kao i procjenu relativne pogodnosti zemljišta (Đurđević, 2010.). Nakon izračuna, gnojidbeni podaci proračunati ALRxp kalkulatorom automatski su spremljeni u novu bazu podataka odnosno izlaznu bazu te se kreira gnojidbena preporuka spremna za pohranu u bilo koji tekstualni editor (Prilog 1.). Gnojidbena preporuka sadrži pet zasebnih dijelova koje čine gnojidbenu preporuku. Prvi dio odnosi se na informacije o vlasniku parcele te sadrži točne koordinate izuzetog uzorka tla, zatim slijedi dio s rezultatima kemijske analize. Sama preporuka gnojidbe odnosno doza hraniva nalazi se u trećem dijelu i sadrži informacije kao što su formulacija mineralnog gnojiva, potreba hraniva, idealni omjer hraniva, bilanca, te količine dušičnog gnojiva potrebnog za prihranu. Uz gnojidbu odabranog usjeva kalkulator računa i približno potrebna hraniva u narednoj godini za nekoliko najznačajnijih kultura. Zadnji dio koji se nalazi na zasebnoj stranici preporuke sadrži pravila koja u vidu komentara i savjeta tumači rezultate analize i proračun gnojidbe s posebnim naglaskom na ograničavajuće činitelje produktivnosti tla (Vukadinović i sur., 2001.; Vukadinović i sur., 2009.) (Prilog 1.). Gnojidbeni kalkulator omogućava poljoprivredniku izračun „idealne“ formulacije u kojoj se nalazi i potrebna količina aktivne tvari prema određenoj površini kako bi se gnojidba mogla uravnotežiti te kako bi se postigla „bilanca“ za određeni prinos. Ekspertni model također pruža odgovore na mnoga druga pitanja kao što su potreba za kalcizacijom, izbjegavanje N-depresija i mineralizacija organske tvari tla. Također, moguće je i navođenje putem programa *Google Earth*. Svi podaci spremaju se u Excel datoteke, gdje se kasnije dodatno mogu obrađivati (Vukadinović i Bertić, 2013.).

### **3.3. Gnojidbene preporuke za usjeve**

Gnojidba se smatra najvažnijom agrotehničkom mjerom u primarnoj organskoj produkciji, a bez gnojidbe utemeljene na analizi tla i znanju nemoguće je ostvariti stabilne i ekonomski isplative prinose (Russell i sur., 2006.; Yang i sur., 2004.; Lloveras i sur., 2001.).

Prosječna najveća potreba za dušikom iznosila je 163,78 kg ha<sup>-1</sup> kod kukuruza i to za planirani prinos od 12 t ha<sup>-1</sup>. Najmanju prosječnu dozu dušika od 78 kg ha<sup>-1</sup> bilo je potrebno dodati za uzgoj pšenice od 8 t ha<sup>-1</sup>, dok je za ostvarivanje 65 t ha<sup>-1</sup> prinosa korijena šećerne repe u prosjeku bilo potrebno inkorporirati 153,33 kg N ha<sup>-1</sup> (Tablica 2. i Grafikon 1.). Više autora ističe važnost izračuna potrebne količine dušika, budući da ga biljke mogu usvojiti u velikim količinama, ugrađujući ga tijekom cijele vegetacije u organsku tvar pa je raspoloživost dušika zbog velike potrebe i nedovoljne mobilizacije često ograničavajući činitelj rasta i prinosa.

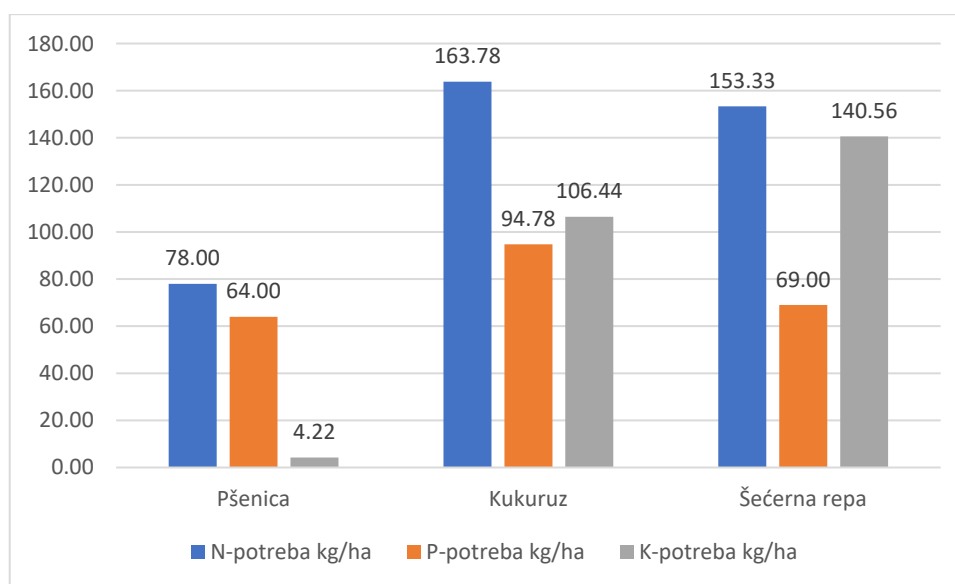
Tablica 2. Izračunate potrebe dušika, fosfora i kalija za pšenicu, kukuruz i šećernu repu pomoću ALRxp kalkulatora

Usjev	Broj uzorka	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Pšenica</b> (planirani prinos 8 t ha <sup>-1</sup> )	1.	83	61	0
	2.	63	69	0
	3.	56	0	0
	4.	71	117	38
	5.	71	26	0
	6.	96	86	0
	7.	88	70	0
	8.	88	81	0
	9.	86	66	0
<b>Kukuruz</b> (planirani prinos 12 t ha <sup>-1</sup> )	1.	163	94	126
	2.	155	105	140
	3.	147	0	121
	4.	164	150	177
	5.	164	50	111
	6.	170	127	104
	7.	170	106	52
	8.	169	120	71
	9.	169	101	56
<b>Šećerna repa</b> (planirani prinos 65 t ha <sup>-1</sup> )	1.	153	66	175
	2.	146	75	175
	3.	139	0	175
	4.	153	123	175
	5.	153	31	169
	6.	162	92	156
	7.	158	76	67
	8.	158	86	100
	9.	158	72	73

Bilanca dušika u tlu je uvijek negativna, jer se on vrlo lako premješta te može doći do ispiranja. Uz veliku vlažnost tla nitrati se premještaju zajedno s vodom i dospijevaju u

podzemne tokove što uz gubitak dušika značajno može utjecati i na zagađenje podzemnih voda dušikom (Jug i sur., 2017.; Vukadinović i Vukadinović, 2011.; Vukadinović i Bertić, 2013.).

Nedostatak fosfora i kalija vrlo je česta pojava jer ih biljke iznose u velikim količinama pa je gnojidba kalijem i fosforom redovita agrotehnička mjera. Niska raspoloživost fosfora i kalija može jako utjecati na snižavanje prinosa, ali i kakvoću usjeva (Đurđević, 2010.; Hall, 2008.). S obzirom da je prosječna reakcija tla u analiziranim uzorcima bila neutralna, a raspoloživost fosfora dobra (Tablica 2.), prosječne količine izračunatog fosfora nisu bile visoke. Najveća prosječna količina potrebnog fosfora bila je potrebna za ostvarivanje 12 t ha<sup>-1</sup> kukuruza (94,78 kg ha<sup>-1</sup>), najniža 64,00 kg ha<sup>-1</sup> kod pšenice (Grafikon 1.). Potrebe za kalijem su bile nešto više obzirom da su šećerna repa i kukuruz kaliofine biljke (Ertiftik i Zengin, 2016.; Vukadinović i Vukadinović, 2011.) što kalkulator automatski prepoznaje te je zbog toga najviša prosječna doza kalija iznosila 140,56 kg ha<sup>-1</sup> za šećernu repu u odnosu na 4,22 kg ha<sup>-1</sup> u prosjeku potrebnog kalija za ostvarivanje 8 t ha<sup>-1</sup> pšenica (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Prosječne potrebe gnojiva po uzgajanom usjevu izračunate ALR xp kalkulatorom

Količina gnojiva ne ovisi naravno samo o visini prinosa nego i o agroekološkom području, plodnosti tla, predusjevu, načinu gospodarenja tlom, agrotehnici i drugim faktorima. Zbog toga je vrlo važno analizirati tlo pa se većina istraživača slaže se da je za P i K potrebno vršiti analizu svake 3 do 4 godine, a status dušika (N<sub>min</sub>, rezidualni, potencijal N-mineralizacije) treba utvrditi u momentu njegove primjene (Hoef, 2002.).

Racionalna, ekonomski isplativa primarna organska proizvodnja podrazumijeva primjenu gnojiva u količinama koje odgovaraju potrebama i stanju usjeva, plodnosti tla, profitabilnosti rada i uloženi sredstava te istovremeno vodi računa o vremenskim uvjetima, okolišu i mogućem prinosu. Kao temelj preporuča se provoditi redovnu analizu tla, ali vrlo je važno precizno izračunati iznošenje i unošenje hraniva u tlo, odnosno bilancu hraniva. Takvim pristupom se greške koje mogu nastati prilikom planiranja gnojidbe svode na minimum, a samim time značajno se utječe na zaštitu okoliša, ali i povećanu profitabilnost uzgajanog usjeva. Stoga se ALRxp ekspertni kalkulator može se navesti kao pravi primjer suvremenog načina računanja optimalnih doza gnojiva.



#### 4. ZAKLJUČAK

Na temelju provedene analize tla i primjene naprednog računalnog programa ALRxp za optimizaciju gnojidbe utvrđena je najveća potreba za dušikom i fosforom kod uzgoja 12 t ha<sup>-1</sup> kukuruza (163,78 kg N ha<sup>-1</sup> i 94,78 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). Šećerna repa imala je najveću potrebu za kalijem 140,56 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, dok su najmanje prosječne potrebe dušika fosfora i kalija izračunate za ostvarivanje 8 t ha<sup>-1</sup> zrna pšenice. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da se vrijednost kalkulatora najviše očituje u njegovoj adaptabilnosti na razne agroekološke uvjete, održivosti proizvodnje, ali i u brzini, preciznosti i uštedama što su glavni postulati današnje moderne poljoprivredne proizvodnje. Također, dobiveni izlazni podaci nakon izračuna mogu se koristiti za daljinu analizu, procjenu pogodnosti za uzgoj različitih usjeva, planiranje potrebne količine gnojiva, odnosno praćene proizvodnje tijekom godina te vršenje optimizacije gnojidbe, ali i poboljšanja ostalih agrotehničkih zahvata (kalcizacija, humizacija i druge mjere uređenja tla), a sve u svrhu ostvarivanja optimalnih prinosa i profit uz uvažavanje načela dobre poljoprivredne prakse.

## 5. POPIS LITERATURE

1. Bot, A., Benites, J. (2005.): The importance of soil organic matter – Key to drought-resistant food and production. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy.
2. Chandak, P. P., Agrawal, A. J. (2017.): Smart Farming System Using Data Mining. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12: 2788-2791.
3. Delgado-Bueno, M.V., Molina-Martinez, J. M., Conneoso-Campillo, R., Pavon-Marino, P. (2016.): Ecofert: An Android application for the optimization of fertilizer cost in fertigation. *Computer and Electronics in Agriculture*, 121: 32-42.
4. Đurđević, B. (2014.): Praktikum iz ishrane bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
5. Đurđević et al. (2019.): Spatial variability of soil organic matter content in Eastern Croatia assessed using different interpolation methods. *International Agrophysics*, 33: 31-33.
6. Egnér, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler*, 26: 199-215.
7. Ertiftik, H., Zengin, M. (2016.): Response of Maize for Grain to Potassium and Magnesium Fertilizers in Soils with High Lime Contents. *Journal of Plant Nutrition*, 40(1): 93-103.

8. Eurostat, (2020.): Agri-environmental indicator - mineral fertiliser consumption. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_mineral\\_fertiliser\\_consumption#Context](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_mineral_fertiliser_consumption#Context) [pristup: 29.08.2020.]
9. Hall, R. (2008.): Soil essentials: managing your farm's primary asset. National Library of Australia, Canberra.
10. Kovačić, M. (2020.): Predstoji li nam fosforna kriza?. Tehnološke zabilješke, 69 (1-2): 52-53.
11. Kristek et al. (2011.): Utjecaj tipa tla i gnojidbe dušikom na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe. Poljoprivreda, 17: 16-22.
12. Lloveras et al. (2001.): Potassium Fertilization Effects on Alfalfa in a Mediterranean Climate. Agronomy Journal, 93(1):139–143.
13. Liu et al. (2010.): Soil degradation: a problem threatening the sustainable development of agriculture in Northeast China. Plant Soil and Environment, 56(2): 87-97.
14. Pajić, S., Hrgović, S., Međimurec, T. (2015.): Pravilnom agrotehnikom do vrhunskih prinosa pšenice dobre kakvoće. URL:<https://www.savjetodavna.hr/2015/10/01/pravilnom-agrotehnikom-do-visokih-prinosa-pšenice-dobre-kakvoce/> [pristup: 28.08.2020.]
15. Russell, A. E., Laird, D. A., Mallarino, A. P. (2006.): Nitrogen Fertilization and Cropping System Impacts on Soil Quality in Midwestern Mollisols. Soil Science Society of America Journal, 70(1): 249–255.

16. Sriswasdi et al. (2008.): A Smart Mobilized Fertilizing Expert System: 1-2-3 Personalized Fertilizer. URL: [www.cabi.org/gara/FullTextPDF/2008/20083298083.pdf](http://www.cabi.org/gara/FullTextPDF/2008/20083298083.pdf) [pristup: 29.08.2020.]
17. Stojić, B. (2009.): Pravilna gnojidba kukuruza – temelj prinosa. Glasnik zaštite bilja, 5: 92 – 95.
18. Vukadinović et al. (2001.): AL-calculator for crop fertilization recommendation “on line”. Proceedings: Fertilizer, Food Security and Enviromental Protection. Peking, 249-250.
19. Vukadinović et al. (2009.): Analiza pogodnosti zemljišnih resursa Osječko baranjske županije. 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma. Osijek: Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 37-38.
20. Vukadinović, V., Bertić, B. (2013.): Filozofija gnojidbe – sve što treba znati o gnojidbi. Osijek.
21. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
22. Yang et al. (2004.): Long-Term Fertilization Effects on Crop Yield and Nitrate Nitrogen Accumulation in Soil in Northwestern China. Agronomy Journal, 96: 1039–1049.

## PRILOZI

### Prilog 1. Gnojidbena preporuka na temelju analize tla

## Gnojidbena preporuka na temelju analize tla

Podaci i kemijska analiza tla Lab. broj: [3] -			
Adresa:	n.n.		
Parcela:	1261024	Geopozicija:	duljina = 18.97553 E; širina = 44.93961 N
Usjev:	Pšenica ozima	RP%:	81.14% (izvrsno)
Plan. prinos:	8 t/ha	Površina:	7.49 ha
Predusjev:	Kukuruz	Žet. ostaci:	5 t/ha
Stajnjak:	0 t/ha	God. prim. staj.:	bez org. gnoj
Rezultati agrokemijske analize tla			
pH <sub>KCL</sub>	6.86	pH <sub>HOH</sub>	7.87
Humus %:	3.02	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45.32 mg/100g
AL-K <sub>2</sub> O	22.49 mg/100g	KIK:	17.85* cmol(+)·kg <sup>-1</sup>
Hy:	0* cmol(+)·kg <sup>-1</sup>	*	<i>približno izračunata vrijednost</i>
Preporuka gnojidbe			
Mineralno gnojivo:	7:20:30	Potreba NPK:	56:0:0 (kg/ha)
Preporuka NPK:	0 (7:20:30 kg/ha)	Idealni omjer:	5:0:0 (NPK)
Urea:	43 (20 N kg/ha)	KAN:	135 (36 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
P-gnojivo:	0 (Bez P-gnojiva kg/ha)	K-gnojivo:	0 (Bez K-gnojiva kg/ha)
NPK bilanca:	0 : 0 : 0 (Bilanca OK!)		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 90%	Potreba Ca:	0 kg/ha
Potreba CaO:	0 kg/ha	Karbokalk:	0 kg/ha
Oborine:	<= 650* (mm/god.)	Temperatura:	12.5* (°C/god.)
Rata N-min:	180* (kg N/ha/god.)	N-deficit:	46.5 kg N/ha ili 101.1 kg uree/ha
Približna potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)			
Kukuruz:	200:0:0 za 12.17 t/ha	Šećerna repa:	170:0:0 za 73.03 t/ha
Soja:	140:0:0 za 4.87 t/ha	Suncokret:	117:0:0 za 4.46 t/ha
Ječam ozimi:	97:0:0 za 7.3 t/ha	Uljana repica:	106:0:0 za 4.46 t/ha

U Osijeku 31.07.2020. god.

## **PORUKE I SAVJETI: [3]**

01. Pravilna i pravovremena gnojidba može se odrediti samo na temelju analize tla i drugih podataka o tlu!  
Gnojidba mora osigurati potrebe usjeva za hranivima uz održanje ili povećanje plodnosti tla!  
Nipošto nemojte primjenjivati mineralnu ili organsku gnojidbu, niti mjere popravke tla 'napamet'!  
Svaka improvizacija najčešće rezultira smanjivanjem prinosa i kvalitete plodova, odnosno zarade!  
Gnojidba utemeljena na analizi tla daje odgovor na ključno pitanje:
  - a) Koliko hraniva treba unjeti u tlo za očekivani prinos?
  - b) Koja je to realno moguća visina prinosa ovisno o potrebi pojedinog usjeva i plodnosti tla?
02. P i K gnojivo primjenite u jesen pod osnovnu obradu ili najkasnije predsjetveno, ako nije dato ranije, a nikad u prihrani i omaške (po površini)!
03. Za prihranu koristite u pravilu nitratri ili amonijsko-nitratri oblik dušika!  
Prihranu, ili folijarnu primjenu biogenih elemenata obavite:
  - a) u skladu s agrotehničkim rokovima, ekonomskim i ekološkim normama, dakle
  - b) na temelju folijarne analize ili jasnih simptoma deficita pojedinih biogenih elemenata i
  - c) kad je to ekonomski isplativo (npr. sjemenska proizvodnja),
04. Eventualno dodani N za mineralizaciju žet. ostataka (sužavanje C/N omjera) nije obračunat te ga odbijte u potpunosti od preporuke za proljetne usjeve, a samo dijelom (19 do 28 N kg/ha) za ozime, ovisno o biogenosti tla!
07. Bilanca hraniva je podešena!
09. Kod loše razgradnje žetvenih ostataka i org. gnojiva djeluju slabo!
10. Zaoravanje organske mase pred sjetvu uzrokuje prolazni nedostatak dušika!
  - a) Izbjegavajte primjenu org. gnoja pred sjetvu (45-60 dana ljeti, 90 zimi)!
  - b) Dodajte N prije zaoravanja žetvenih ostataka za sužavanje C/N omjera!
12. Manje količine organskog gnoja od potrebnih pokazuju veće iskorištenje hraniva (poticajni efekt), premda veće imaju izraženo produžno djelovanje N na više godina (približno 50% u 1. godini).
14. Na tlima slabe biogenosti 'N za razgradnju' ne oduzimajte od N preporuke!
15. Sadržaj humusa u tlu (3.02%) je dobar.
16. pH reakcija tla je neutralna (pH-KCl = 6.51-7.30)
19. Kalcijacija nije potrebna (pH-KCl >= 5.5)!
21. Proračun kalcijacije je točan samo kad su poznati KIK i Hy (meq/100g)!
23. Raspodjela N prilagođena je teksturi tla:
  - a) Na lakšim tlima ostavljeno je više N za prihranu/start.
  - b) Na težim tlima ispiranje N-NO<sub>3</sub> je slabo pa je više N predviđeno u osnovnoj gnojidbi.
26. Doza gnojidbe je niska. Tlo visoke potencijalne plodnosti!
28. Ukupna potreba N = 167 kg/ha - (63 akt. humus + 38 predusjev + 0 stajnjak.)  
Biljke najviše zahtijevaju N u fazi glavnog porasta i kada je najveća sinteza bjelančevina.
29. Dušik je prinosotvorni element, ali njegov suvišak na početku vegetacije može biti štetan:
  - a) Jer se biljke plitko ukorjenjuju što u kasnijim etapama rasta, posebice u sušnim uvjetima, može izazvati znatne probleme u opskrbi biljaka hranivima i vodom.
  - b) Prekomjerna ishrana dušikom može izazvati pad prinosa uz nižu kakvoću te onečišćenje podzemnih voda!
33. Ukupna potreba P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 85 kg/ha (-85 korek.: pH, uređ., humat efekt i obradu.)  
Biljke najviše zahtijevaju P u fazi izgradnje korijenovog sustava i još više na prijelazu iz vegetacijske u reprodukciju (oplodnja) fazu razvoja.  
Nedostatak fosfora čest je na vrlo kiselim, ali i u lužnatim, karbonatnim te slanim tlima!

35. Tlo je dobre opskrbljenosti fosforom. Dozu P možete smanjiti do 50%.
36. Ukupna potreba  $K_2O = 106 \text{ kg/ha}$  (-106 korek.: K-fiksaciju, obradu i uređ.)  
Biljke najviše trebaju K u intenzivnoj izgradnji lisne mase (brz vegetacijski rast) i u reprodukcijskoj fazi kod nagomilavanja rezervnih tvari u sjemenu ili plodu.  
Nedostatak kalija čest je na lakim, pjeskovitim, ali i vrlo teškim, glinastim tlima!
38. Tlo je dobre opskrbljenosti kalijom. Dozu K možete smanjiti do 30%.
42. Usjevi i njihovi kultivari imaju različite potrebe za hranivima! Značajna je:
- Doza ovisno o plodnosti tla, očekivanom prinosu i razini ulaganja,
  - Vremenska raspodjela, oblik hraniva u gnojivu i način unošenja,
  - Etapa razvitka usjeva, kondicija i zdravstveno stanje te
  - Raspoloživa tehnika, cijena proizvoda, analize tla i biljaka i dr.
45. Zapamtite, bez dovoljno sunca (svjetla i topline), vode i hraniva (tim redosljedom) nema prinosa!  
Usjevi zahtjevaju vodu tijekom cijele vegetacije, naročito:
- tijekom klijanja i nicanja, cvjetanja, zametanja i formiranja sjemena, odnosno plodova.
  - Korijenaste biljke zahtjevaju dovoljno vode ranije, a ostale u cvjetanju/oprašivanju!
46. Zaštita biljaka je veoma važna jer korovi, bolesti i štetočinke mogu uništiti Vaš cjelokupni trud!
47. Procjena rate N-mineralizacije (količina N iz prirodnih rezervi tla) temelji se na:
- Količini zaoranih žetvenih ostataka, b) Dozi i vremenu unošenja organskog gnoja,
  - Sadržaju humusa i njegove aktivne frakcije, d) C:N:P omjeru u žetvenim ostacima i org. gnojju,
  - Prosječnoj god. temperaturi tla i količina oborina te f) vrijednosti izmjenjive pH reakcije tla.
- Očekivana količina N iz prirodnih rezervi tla izrazito ovisi o vremenskim prilikama!
48. Klimatske odlike područja (god. temperatura u  $^{\circ}\text{C}$  i god. količina oborina u mm) odnose se na višegodišnji prosjek, a determinirani su na temelju geografske pozicije.
49. Relativna pogodnost tla (RP%) izračunata je na temelju 7 inidkatora plodnosti (pH-KCl, humus, AL- $P_2O_5$ , AL- $K_2O$ , tekst. grupe, KIK-a i hidrolitičke kiselosti), a prikazana je u postotku i FAO klasifikacijom pogodnosti.
50. Potreba gnojidbe u narednoj godini za najvažnije usjeve izražena je količinom aktivne tvari, a uzima u obzir sve podatke i analizu tla iz tekuće godine, bilancu P i K te visinu ciljnog prinosa ovisno o rel. pogodnosti tla.
51. Iznošenje hraniva je dinamička veličina logističkog tipa, a ovisi u prvoj godini o mogućoj visini prinosa, a u slijedećoj godini o visini prinosa sukladno relativnoj pogodnosti analiziranog tla.

## Gnojidbena preporuka na temelju analize tla

<b>Podaci i kemijska analiza tla</b>			
<b>Lab. broj: [12] -</b>			
Adresa:	n.n.		
Parcela:	1261024a	Geopozicija:	duljina = 18.97553 E; širina = 44.93961 N
Usjev:	<b>Kukuruz</b>	RP%:	81.14% (izvrsno)
Plan. prinos:	12 t/ha	Površina:	7.49 ha
Predusjev:	<b>Šećerna repa</b>	Žet. ostaci:	2 t/ha
Stajnjak:	0 t/ha	God. prim. staj.:	bez org. gnoja
<b>Rezultati agrokemijske analize tla</b>			
pH <sub>KCL</sub>	6.86	pH <sub>HOH</sub>	7.87
Humus %:	3.02	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45.32 mg/100g
AL-K <sub>2</sub> O	22.49 mg/100g	KIK:	17.85* cmol(+):kg <sup>-1</sup>
Hy:	0* cmol(+):kg <sup>-1</sup>	*	<i>približno izračunata vrijednost</i>
<b>Preporuka gnojidbe</b>			
Mineralno gnojivo:	<b>7:20:30</b>	Potreba NPK:	<b>147:0:121 (kg/ha)</b>
Preporuka NPK:	<b>202 (7:20:30 kg/ha)</b>	Idealni omjer:	10:0:15 (NPK)
Urea:	101 (46 N kg/ha)	KAN:	320 (86 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
P-gnojivo:	0 (Bez P-gnojiva kg/ha)	K-gnojivo:	0 (Bez K-gnojiva kg/ha)
NPK bilanca:	<b>0 : 40+ : 60- (Nije izbalancirano!)</b>		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 90%	Potreba Ca:	0 kg/ha
Potreba CaO:	0 kg/ha	Karbokalk:	0 kg/ha
Oborine:	<= 650* (mm/god.)	Temperatura:	12.5* (°C/god.)
Rata N-min:	108* (kg N/ha/god.)	N-deficit:	24.6 kg N/ha ili 53.5 kg uree/ha
<b>Približna potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)</b>			
Ozima pšenica:	158:0:0 za 7.71 t/ha	Šećerna repa:	170:0:0 za 73.03 t/ha
Soja:	140:0:0 za 4.87 t/ha	Suncokret:	136:0:0 za 4.46 t/ha
Ječam ozimi:	116:0:0 za 7.3 t/ha	Uljana repica:	126:0:0 za 4.46 t/ha
<b>Gnojidbene doze mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga!</b>			
Kompjutorski program: <i>Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović</i>			



## PORUKE I SAVJETI: [12]

01. Pravilna i pravovremena gnojidba može se odrediti samo na temelju analize tla i drugih podataka o tlu!  
Gnojidba mora osigurati potrebe usjeva za hranivima uz održanje ili povećanje plodnosti tla!  
Nipošto nemojte primjenjivati mineralnu ili organsku gnojidbu, niti mjere popravke tla 'napamet'!  
Svaka improvizacija najčešće rezultira smanjivanjem prinosa i kvalitete plodova, odnosno zarade!  
Gnojidba utemeljena na analizi tla daje odgovor na ključno pitanje:
  - a) Koliko hraniva treba unjeti u tlo za očekivani prinos?
  - b) Koja je to realno moguća visina prinosa ovisno o potrebi pojedinog usjeva i plodnosti tla?
02. P i K gnojivo primjenite u jesen pod osnovnu obradu ili najkasnije predsjetveno,  
ako nije dato ranije, a nikad u prihrani i omaške (po površini)!
03. Za prihranu koristite u pravilu nitratni ili amonijsko-nitratni oblik dušika!  
Prihranu, ili folijarnu primjenu biogenih elemenata obavite:
  - a) u skladu s agrotehničkim rokovima, ekonomskim i ekološkim normama, dakle
  - b) na temelju folijarne analize ili jasnih simptoma deficita pojedinih biogenih elemenata i
  - c) kad je to ekonomski isplativo (npr. sjemenska proizvodnja),
04. Zaorite žetvene ostatke. Efikasnost im je slična stajnjaku!
07. Neuravnotežena je bilanca hraniva i potrebe usjeve! Aktivna tvar odstupa za 100 kg/ha!
  - a) Podesite bilancu pojedinačnim gnojivom za hranivo označeno s '-' ili
  - b) Promijenite formulaciju gnojiva sukladno analizi tla ili
  - c) Kad je odstupanje P+K manje od 35% povećajte njihovu dozu u narednoj godini.
09. Kod loše razgradnje žetvenih ostataka i org. gnojiva djeluju slabo!
12. Manje količine organskog gnoja od potrebnih pokazuju veće iskorištenje hraniva (poticajni efekt),  
premda veće imaju izraženo produžno djelovanje N na više godina (približno 50% u 1. godini).
14. Na tlima slabe biogenosti 'N za razgradnju' ne oduzimajte od N preporuke!
15. Sadržaj humusa u tlu (3.02%) je dobar.
16. pH reakcija tla je neutralna (pH-KCl = 6.51-7.30)
19. Kalcijacija nije potrebna (pH-KCl >= 5.5)!
21. Proračun kalcijacije je točan samo kad su poznati KIK i Hy (meq/100g)!
23. Raspodjela N prilagođena je teksturi tla:
  - a) Na lakšim tlima ostavljeno je više N za prihranu/start.
  - b) Na težim tlima ispiranje N-NO<sub>3</sub> je slabo pa je više N predviđeno u osnovnoj gnojidbi.
26. Doza gnojidbe je niska. Tlo visoke potencijalne plodnosti!
28. Ukupna potreba N = 228 kg/ha - (43 akt. humus + 9 predusjev + 0 stajnjak.)  
Biljke najviše zahtijevaju N u fazi glavnog porasta i kada je najveća sinteza bjelančevina.
29. Dušik je prinosotvorni element, ali njegov suvišak na početku vegetacije može biti štetan:
  - a) Jer se biljke plitko ukorjenjuju što u kasnijim etapama rasta, posebice u sušnim uvjetima, može izazvati znatne probleme u opskrbi biljaka hranivima i vodom.
  - b) Prekomjerna ishrana dušikom može izazvati pad prinosa uz nižu kakvoću te onečišćenje podzemnih voda!
33. Ukupna potreba P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 110 kg/ha (-110 korek.: pH, uređ., humat efekt i obradu.)  
Biljke najviše zahtijevaju P u fazi izgradnje korijenovog sustava i još više na prijelazu iz vegetacijske u reprodukcijisku (oplodnja) fazu razvoja.  
Nedostatak fosfora čest je na vrlo kiselim, ali i u lužnatim, karbonatnim te slanim tlima!
35. Tlo je dobre opskrbljenosti fosforom. Dozu P možete smanjiti do 50%.
36. Ukupna potreba K<sub>2</sub>O = 183 kg/ha (-62 korek.: K-fiksaciju, obradu i uređ.)  
Biljke najviše trebaju K u intenzivnoj izgradnji lisne mase (brz vegetacijski rast) i u reprodukcijskoj fazi kod nagomilavanja rezervnih tvari u sjemenu ili plodu.  
Nedostatak kalija čest je na lakim, pjeskovitim, ali i vrlo teškim, glinastim tlima!
38. Tlo je dobre opskrbljenosti kalijom. Dozu K možete smanjiti do 30%.
42. Usjevi i njihovi kultivari imaju različite potrebe za hranivima! Značajna je:
  - a) Doza ovisno o plodnosti tla, očekivanom prinosu i razini ulaganja,

- b) Vremenska raspodjela, oblik hraniva u gnojivu i način unošenja,
  - c) Etapa razvitka usjeva, kondicija i zdravstveno stanje te
  - d) Raspoloživa tehnika, cijena proizvoda, analize tla i biljaka i dr.
45. Zapamtite, bez dovoljno sunca (svjetla i topline), vode i hraniva (tim redosljedom) nema prinosa!  
Usjevi zahtjevaju vodu tijekom cijele vegetacije, naročito:
- b) tijekom klijanja i nicanja, cvjetanja, zametanja i formiranja sjemena, odnosno plodova.
  - c) Korijenaste biljke zahtijevaju dovoljno vode ranije, a ostale u cvjetanju/oprašivanju!
46. Zaštita biljaka je veoma važna jer korovi, bolesti i štetočinke mogu uništiti Vaš cjelokupni trud!
47. Procjena rate N-mineralizacije (količina N iz prirodnih rezervi tla) temelji se na:
- a) Količini zaoranih žetvenih ostataka, b) Dozi i vremenu unošenja organskog gnoja,
  - c) Sadržaju humusa i njegove aktivne frakcije, d) C:N:P omjeru u žetvenim ostacima i org. gnoju,
  - e) Prosječnoj god. temperaturi tla i količina oborina te f) vrijednosti izmjenjive pH reakcije tla.
- Očekivana količina N iz prirodnih rezervi tla izrazito ovisi o vremenskim prilikama!
48. Klimatske odlike područja (god. temperatura u °C i god. količina oborina u mm) odnose se na višegodišnji prosjek, a determinirani su na temelju geografske pozicije.
49. Relativna pogodnost tla (RP%) izračunata je na temelju 7 inidkatora plodnosti (pH-KCl, humus, AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, AL-K<sub>2</sub>O, tekst. grupe, KIK-a i hidrolitičke kiselosti), a prikazana je u postotku i FAO klasifikacijom pogodnosti.
50. Potreba gnojidbe u narednoj godini za najvažnije usjeve izražena je količinom aktivne tvari, a uzima u obzir sve podatke i analizu tla iz tekuće godine, bilancu P i K te visinu ciljnog prinosa ovisno o rel. pogodnosti tla.
51. Iznošenje hraniva je dinamička veličina logističkog tipa, a ovisi u prvoj godini o mogućoj visini prinosa, a u slijedećoj godini o visini prinosa sukladno relativnoj pogodnosti analiziranog tla.

Kompjutorski program: ALR<sub>sp</sub> v12.00; *Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović*®  
U Osijeku 31.07.2020. god.

## Gnojidbena preporuka na temelju analize tla

<b>Podaci i kemijska analiza tla</b>			
<b>Lab. broj: [21] -</b>			
Adresa:	n.n.		
Parcela:	1261024b	Geopozicija:	duljina = 18.97553 E; širina = 44.93961 N
Usjev:	<b>Šećerna repa</b>	RP%:	81.14% (izvrsno)
Plan. prinos:	60 t/ha	Površina:	7.49 ha
Predusjev:	Pšenica ozima	Žet. ostaci:	5 t/ha
Stajnjak:	0 t/ha	God. prim. staj.:	bez org. gnoja
<b>Rezultati agrokemijske analize tla</b>			
pH <sub>KCL</sub>	6.86	pH <sub>HOH</sub>	7.87
Humus %:	3.02	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45.32 mg/100g
AL-K <sub>2</sub> O	22.49 mg/100g	KIK:	17.85* cmol(+):kg <sup>-1</sup>
Hy:	0* cmol(+):kg <sup>-1</sup>	*	<i>približno izračunata vrijednost</i>
<b>Preporuka gnojidbe</b>			
Mineralno gnojivo:	<b>7:20:30</b>	Potreba NPK:	<b>139:0:175 (kg/ha)</b>
Preporuka NPK:	<b>292 (7:20:30 kg/ha)</b>	Idealni omjer:	7:0:16 (NPK)
Urea:	90 (41 N kg/ha)	KAN:	285 (77 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
P-gnojivo:	0 (Bez P-gnojiva kg/ha)	K-gnojivo:	0 (Bez K-gnojiva kg/ha)
NPK bilanca:	<b>0 : 58+ : 87- (Nije izbalancirano!)</b>		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 90%	Potreba Ca:	0 kg/ha
Potreba CaO:	0 kg/ha	Karbokalk:	0 kg/ha
Oborine:	<= 650* (mm/god.)	Temperatura:	12.5* (°C/god.)
Rata N-min:	121* (kg N/ha/god.)	N-deficit:	59 kg N/ha ili 128.3 kg uree/ha
<b>Približna potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)</b>			
Ozima pšenica:	165:0:0 za 7.71 t/ha	Ječam ozimi:	123:0:0 za 7.3 t/ha
Soja:	140:0:0 za 4.87 t/ha	Suncokret:	143:0:0 za 4.46 t/ha
Kukuruz:	200:0:0 za 12.17 t/ha	Uljana repica:	133:0:0 za 4.46 t/ha
<b>Gnojidbene doze mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga!</b>			
Kompjutorski program: <i>Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović</i>			

## PORUKE I SAVJETI: [21]

01. Pravilna i pravovremena gnojidba može se odrediti samo na temelju analize tla i drugih podataka o tlu!  
Gnojidba mora osigurati potrebe usjeva za hranivima uz održanje ili povećanje plodnosti tla!  
Nipošto nemojte primjenjivati mineralnu ili organsku gnojidbu, niti mjere popravke tla 'napamet'!  
Svaka improvizacija najčešće rezultira smanjivanjem prinosa i kvalitete plodova, odnosno zarade!  
Gnojidba utemeljena na analizi tla daje odgovor na ključno pitanje:
  - a) Koliko hraniva treba unjeti u tlo za očekivani prinos?
  - b) Koja je to realno moguća visina prinosa ovisno o potrebi pojedinog usjeva i plodnosti tla?
02. P i K gnojivo primjenite u jesen pod osnovnu obradu ili najkasnije predsjetveno,  
ako nije dato ranije, a nikad u prihrani i omaške (po površini)!
03. Za prihranu koristite u pravilu nitratni ili amonijsko-nitratni oblik dušika!  
Prihranu, ili folijarnu primjenu biogenih elemenata obavite:
  - a) u skladu s agrotehničkim rokovima, ekonomskim i ekološkim normama, dakle
  - b) na temelju folijarne analize ili jasnih simptoma deficita pojedinih biogenih elemenata i
  - c) kad je to ekonomski isplativo (npr. sjemenska proizvodnja),
04. Eventualno dodani N za mineralizaciju žet. ostataka (sužavanje C/N omjera)  
nije obračunat te ga odbijte u potpunosti od preporuke za proljetne usjeve, a  
samo dijelom (24 do 35 N kg/ha) za ozime, ovisno o biogenosti tla!
07. Neuravnotežena je bilanca hraniva i potrebe usjeve! Aktivna tvar odstupa za 145 kg/ha!
  - a) Podesite bilancu pojedinačnim gnojivom za hranivo označeno s '-' ili
  - b) Promijenite formulaciju gnojiva sukladno analizi tla ili
  - c) Kad je odstupanje P+K manje od 35% povećajte njihovu dozu u narednoj godini.
09. Kod loše razgradnje žetvenih ostataka i org. gnojiva djeluju slabo!
10. Zaoravanje organske mase pred sjetvu uzrokuje prolazni nedostatak dušika!
  - a) Izbjegavajte primjenu org. gnoja pred sjetvu (45-60 dana ljeti, 90 zimi)!
  - b) Dodajte N prije zaoravanja žetvenih ostataka za sužavanje C/N omjera!
12. Manje količine organskog gnoja od potrebnih pokazuju veće iskorištenje hraniva (poticajni efekt),  
premda veće imaju izraženo produžno djelovanje N na više godina (približno 50% u 1. godini).
14. Na tlima slabe biogenosti 'N za razgradnju' ne oduzimajte od N preporuke!
15. Sadržaj humusa u tlu (3.02%) je dobar.
16. pH reakcija tla je neutralna (pH-KCl = 6.51-7.30)
19. Kalcizacija nije potrebna (pH-KCl >= 5.5)!
21. Proračun kalcizacije je točan samo kad su poznati KIK i Hy (meq/100g)!
23. Raspodjela N prilagođena je teksturi tla:
  - a) Na lakšim tlima ostavljeno je više N za prihranu/start.
  - b) Na težim tlima ispiranje N-NO<sub>3</sub> je slabo pa je više N predviđeno u osnovnoj gnojidbi.
26. Intenzitet gnojidbe je osrednji.
28. Ukupna potreba N = 229 kg/ha - (36 akt. humus + 25 predusjev + 0 stajnjak.)  
Biljke najviše zahtijevaju N u fazi glavnog porasta i kada je najveća sinteza bjelančevina.
29. Dušik je prinosotvorni element, ali njegov suvišak na početku vegetacije može biti štetan:
  - a) Jer se biljke plitko ukorjenjuju što u kasnijim etapama rasta, posebice u  
sušnim uvjetima, može izazvati znatne probleme u opskrbi biljaka hranivima i vodom.
  - b) Prekomjerna ishrana dušikom može izazvati pad prinosa uz nižu kakvoću te onečišćenje podzemnih voda!
33. Ukupna potreba P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 86 kg/ha (-86 korek.: pH, uređ., humat efekt i obradu.)  
Biljke najviše zahtijevaju P u fazi izgradnje korijenovog sustava i još više  
na prijelazu iz vegetacijske u reprodukciju (oplodnja) fazu razvoja.  
Nedostatak fosfora čest je na vrlo kiselim, ali i u lužnatim, karbonatnim te slanim tlima!
35. Tlo je dobre opskrbljenosti fosforom. Dozu P možete smanjiti do 50%.
36. Ukupna potreba K<sub>2</sub>O = 314 kg/ha (-139 korek.: K-fiksaciju, obradu i uređ.)  
Biljke najviše trebaju K u intenzivnoj izgradnji lisne mase (brz vegetacijski rast) i

- u reprodukcijskoj fazi kod nagomilavanja rezervnih tvari u sjemenu ili plodu.
- Nedostatak kalija čest je na lakim, pjeskovitim, ali i vrlo teškim, glinastim tlima!
38. Tlo je dobre opskrbljenosti kalijom. Dozu K možete smanjiti do 30%.
42. Usjevi i njihovi kultivari imaju različite potrebe za hranivima! Značajna je:
- Doza ovisno o plodnosti tla, očekivanom prinosu i razini ulaganja,
  - Vremenska raspodjela, oblik hraniva u gnojivu i način unošenja,
  - Etapa razvitka usjeva, kondicija i zdravstveno stanje te
  - Raspoloživa tehnika, cijena proizvoda, analize tla i biljaka i dr.
45. Zapamtite, bez dovoljno sunca (svjetla i topline), vode i hraniva (tim redosljedom) nema prinosa!  
Usjevi zahtijevaju vodu tijekom cijele vegetacije, naročito:
- tijekom klijanja i nicanja, cvjetanja, zamatanja i formiranja sjemena, odnosno plodova.
  - Korijenaste biljke zahtijevaju dovoljno vode ranije, a ostale u cvjetanju/oprašivanju!
46. Zaštita biljaka je veoma važna jer korovi, bolesti i štetočinke mogu uništiti Vaš cjelokupni trud!
47. Procjena rate N-mineralizacije (količina N iz prirodnih rezervi tla) temelji se na:
- Količini zaoranih žetvenih ostataka, b) Dozi i vremenu unošenja organskog gnoja,
  - Sadržaju humusa i njegove aktivne frakcije, d) C:N:P omjeru u žetvenim ostacima i org. gnoju,
  - Prosječnoj god. temperaturi tla i količina oborina te f) vrijednosti izmjenjive pH reakcije tla.
- Očekivana količina N iz prirodnih rezervi tla izrazito ovisi o vremenskim prilikama!
48. Klimatske odlike područja (god. temperatura u °C i god. količina oborina u mm) odnose se na višegodišnji prosjek, a determinirani su na temelju geografske pozicije.
49. Relativna pogodnost tla (RP%) izračunata je na temelju 7 inidkatora plodnosti (pH-KCl, humus, AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, AL-K<sub>2</sub>O, tekst. grupe, KIK-a i hidrolitičke kiselosti), a prikazana je u postotku i FAO klasifikacijom pogodnosti.
50. Potreba gnojidbe u narednoj godini za najvažnije usjeve izražena je količinom aktivne tvari, a uzima u obzir sve podatke i analizu tla iz tekuće godine, bilancu P i K te visinu ciljnog prinosa ovisno o rel. pogodnosti tla.
51. Iznošenje hraniva je dinamička veličina logističkog tipa, a ovisi u prvoj godini o mogućoj visini prinosa, a u slijedećoj godini o visini prinosa sukladno relativnoj pogodnosti analiziranog tla.

