

Primjena ALRxp računalnog modela za izračun gnojidbenih preporuka u biljnoj proizvodnji

Štula, Uroš

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:044996>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



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

Uroš Štula

Diplomski studij: Bilinogojstvo

**PRIMJENA ALR_{xp} RAČUNALNOG MODELA ZA IZRAČUN
GNOJIDBENIH PREPORUKA U BILJNOJ PROIZVODNJI**

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Uroš Štula

Diplomski studij: Bilinogojstvo

**PRIMJENA ALR_{xp} RAČUNALNOG MODELA ZA IZRAČUN
GNOJIDBENIH PREPORUKA U BILJNOJ PROIZVODNJI**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. red. prof. dr. sc. Irena Jug, predsjednik
2. izv. prof. dr.sc. Boris Đurđević, mentor
3. red. prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, član

Osijek, 2018.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
3. MATERIJALI I METODE RADA	6
3.1. Priprema uzoraka za analizu	8
3.2. Osnovne kemijske i fizikalne analize uzoraka	8
3.2.1. Određivanje pH vrijednosti	8
3.2.2. Određivanje koncentracije organske tvari tla	8
3.2.3. Određivanje lakopristupačnog fosfora i kalija	9
3.2.4. Volumetrijsko mjerenje sadržaja karbonata	9
3.3. Model za izračun gnojidbenih preporuka	9
4. REZULTATI	13
4.1. Kemijske značajke tla	13
4.1.1. Reakcija tla	13
4.1.2. Sadržaj organske tvari tla	14
4.1.3. Vrijednosti lakopristupačnog fosfora u uzorcima	14
4.1.4. Vrijednosti lakopristupačnog kalija u uzorcima	15
4.1.5. Sadržaj karbonata u uzorkovanom tlu	16
4.1.6. Vrijednost hidrolitičke kiselosti u uzorkovanom tlu	17
4.2. Gnojidbena preporuka za usjeve	18
5. RASPRAVA	23
6. ZAKLJUČAK	27
7. POPIS LITERATURE	28
8. SAŽETAK	31
9. SUMMARY	32
10. PRILOZI	33
11. POPIS TABLICA	48
12. POPIS SLIKA	49
13. POPIS GRAFIKONA	50
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

1. UVOD

Poljoprivreda je jedna od najstarijih i najvažnijih proizvodnih grana čovječanstva. Kroz povijest poljoprivreda je utjecala na rast stanovništva ali i na propadanje mnogih civilizacija (Maje, Azteci). U današnje vrijeme trendovi proizvodnje hrane sve više rastu ali nažalost i sve više hrane se baca. Dodatno opterećenje za poljoprivrednu proizvodnju predstavlja i kontinuirani rast stanovništva uz sve izraženije klimatske promjene. Takva proizvodnja nije održiva i dolazi do značajnih degradacija zemljišta pogodnog za proizvodnju hrane. Trenutno se poljoprivredna proizvodnja pokušava prilagoditi novonastaloj situaciji te ublažiti posljedice koje su nastale nestručnom i neodgovornom proizvodnjom. Jedan od načina je pridržavati se načela dobre poljoprivredne prakse i primjenjivati gnojiva i kondicionere tla u dozama koje neće negativno utjecati na okoliš, a ujedno će biti dovoljne za ostvarivanje optimalnih prinosa. Zbog svega navedenog cilj ovog diplomskog rada je testirati i opisati napredni računalni model ALRxp za izračun gnojidbenih preporuka u biljnoj proizvodnji. Takav pristup zahtjeva niz točnih informacija o tlu koje se potom trebaju interpretirati i uz pomoć niza znanstveno dokazanih tvrdnji jednostavno prezentirati poljoprivrednim proizvođačima.

2. PREGLED LITERATURE

Kako bi ostvarili visoke i stabilne prinose biljkama je uz svjetlost i vodu potrebno osigurati kontinuiranu opskrbu hranivim tvarima. Ako uzmemo u obzir kako je tlo još uvijek nezamjenjivi resurs koji biljci osigurava većinu hranivih tvari, jednostavno se može zaključiti kako bez detaljne analize kemijskih svojstava tla nemoguće izračunati pravilnu bilancu hraniva odnosno, preporučiti gnojidbu usjeva. Vukadinović i sur. (2004.) objašnjavaju kako je za procjenu i utvrđivanje raspoloživih hraniva potrebno izvršiti kemijsku analizu tla i biljke, ali i primijeniti različite mikrobiološke metode uz provođenje poljskih pokusa te tako isključiti subjektivnu procjenu i proizvoljnost. Dobru analizu tla predstavlja, odgovarajući reprezentativan uzorak tla i laboratorijske metode kojima se može utvrditi sadržaj raspoloživih hraniva. Zadatak analize tla je preciznije određivanje razine raspoloživih hraniva, predvidjeti povećanje prinosa i profitabilnost primijenjene gnojidbe, osigurati temelj za proračun potrebne gnojidbe pojedinog usjeva, te procijeniti opskrbu pojedinog hranjivog elementa. Kemijska analiza tla predstavlja prvi i osnovni korak za dobivanje informacija o plodnosti tla (Vukadinović i Bertić, 2014.; Đurđević, 2014.).

Plodnost tla nije moguće odrediti na duži vremenski period, već se mora redovito procjenjivati na temelju manje ili više promjenjivih pokazatelja plodnosti. Stoga se jasno razlikuje potencijalna (ukupna) od efektivne (stvarne) plodnosti (Vukadinović i Vukadinović, 2010.). Određivanje doze, vrste i vremenske primjene gnojiva mora se temeljiti na znanstveno-stručnim spoznajama o raspoloživosti i odnosima hraniva u tlu (višegodišnji eksperimentalni rad na utvrđivanju korelacije između rezultata analize tla i potrebne količine nekog hraniva za usjev pod određenim agroekološkim uvjetima). Također, o fiziološkim potrebama biljke, te intenzitetu i smjeru utjecaja pojedinog agroekološkog utjecaja (Đurđević, 2010.).

Biljke svojim usvajanjem elemenata iz tla iznose velike količine istih, posebice glavne makroelemente kao što su dušik, fosfor i kalij, te se njima u struci posvećuje najviše pozornosti. Kako se prirodnim putem u tlo ne vraća dovoljno hraniva (odnošenje žetvom), te kako ne bi degradirali i osiromašili tlo, gnojidbu provodimo kao obaveznu agrotehničku mjeru (Đurđević, 2010.). Gnojidbom se osigurava visok i stabilan prinos uz očuvanje efektivne plodnosti tla. Zbog toga se gnojidba smatra investicijom u biljnu proizvodnju, nikako troškom (Vukadinović i Bertić, 2013.) Gnojidba kao najbitnija agrotehnička mjera u proizvodnji

pokazuje kako bez njezine adekvatne primjene nema ostvarivanja visokih i stabilnih prinosa, potrebne kvalitete proizvedenih proizvoda niti ostvarene profitabilnosti (Mahler i sur., 2014.).

U visoko profitabilnoj biljnoj proizvodnji, često se primjenjuju količine gnojiva koje ne odgovaraju potrebama biljaka (gnojidba „napamet“, prevelike doze gnojiva, siromašna gnojidba i drugo), što u nepovoljnim vremenskim i ostalim stresnim uvjetima dovodi do smanjenja prinosa i proizvodnje zdravstveno upitne hrane (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Takvim pristupom u biljnoj proizvodnji dolazi do narušavanja kemijskih i fizikalnih svojstava tla te zbog toga proizvodnja na nekim dijelovima zemljišta stagnira ili proporcionalno opada iz godine u godinu. Ne osvrćući se na te loše rezultate ostvarene nepromišljenim gospodarenjem zemljišta, tla se nekontrolirano osiromašuju i iscrpljuju te degradiraju u nižu skupinu. Jedino racionalno rješenje je prelazak na održivi način proizvodnje poštujući načela dobre poljoprivredne prakse (Wienhold i sur., 2004.).

Takva proizvodnja zahtjeva niz točnih informacija o tlu koje je potom potrebno obraditi i prezentirati u vidu rezultata odnosno gnojidbenih preporuka. Konvencionalne metode izračuna gnojidbe često se temelje na osnovnim informacijama o tlu (osnovna kemijska analiza tla) te se gnojidba računa samo kroz potrebu biljaka odnosno bilancu hraniva (ulaz/izlaz). Kako bi što preciznije izračunali potrebe biljaka za hranivim tvarima počinju se razvijati različiti modeli koji pokušavaju simulirati uvjete proizvodnje, koji uz prihvatljiv rizik, relativno točno procjenjuju pogodnost tla za uzgoj različitih usjeva, potrebnu mehanizaciju, potrebu za popravcima tla i ostalo, kako bi se uklonili ili umanjili efekti limitirajućih faktora u primarnoj poljoprivrednoj produkciji (Đurđević, 2010; Vukadinović i sur., 2011.; Wienhold i sur., 2004.; Sela, 2014.).

Prilikom planiranja gnojidbe poljoprivrednih kultura postoje alati za jednostavniji i brži izračun, a to su kalkulatori gnojidbe. Radi se o računalnim programima (samostalni programi, web aplikacije ili excel radni listovi). Unošenjem različitih varijabli (pH tla, sadržaj N, P i K, potrebe biljaka za N, P i K), izračunavaju se potrebe biljaka za hranivima (Vukadinović i sur., 1996.). U današnje vrijeme, kako bi poljoprivrednicima bili što dostupniji i jednostavniji za upotrebu, kalkulatori su pojednostavljeni na osnove zadatke i prilagođeni korisnicima (Sriswasdi i sur. 2008.)

Delgado-Bueno i sur. (2016.) su istraživali i opisivali učinkovito upravljanje gnojdbom, koje je najznačajniji čimbenik za uštedu novca i vremena. Različiti modeli se mogu pronaći kroz znanstvenu literaturu i na tržištu. Većinom su modeli prilagođeni za specifične usjeve. Autori ističu model „Ecofert“ koji predstavlja jednostavnu i moćnu softver aplikaciju razvijenu za Android O.S. koja proračunava najbolju kombinaciju gnojiva zadovoljavajući potrebe različitih usjeva za hranivima. Također, „Ecofert“ sadrži popis komercijalnih gnojiva smještenih u bazi podataka gdje se sastav i cijena svakodnevno ažuriraju. Njegova jednostavnost omogućuje poljoprivrednicima i poljoprivrednim tehničarima moćan alat za rješavanje poljoprivrednih zadataka.

Diepen i sur. (1989.) predstavili su simulacijski model WOFOST za analiziranje rasta i proizvodnje usjeva unutar širokog raspona vremenskih i zemljišnih uvjeta. Takva analiza je prvenstveno važna za procjenu obujma proizvodnje usjeva, koja je ograničena sa svjetlom, vlagom i makro-hranivima.

Sela (2014.) je kreirao kalkulator pod nazivom SMART FERTILLIZER, koji je predstavljen kao program koji svojim algoritmom rješava problem procjene potrebne gnojidbe i navodi kao glavnu prednost smanjenje troškova i povećanje prinosa. Upotreba kalkulatora svodi napredne izračune na jednostavan način, a njegovom primjenom može se utjecati na sprječavanje onečišćenja i zaslanjanja tla. Kao glavne značajke kalkulatora Sela navodi kako kroz nekoliko minuta kalkulator izračunava idealan plan i raspored gnojidbe i gnojiva u kojima je uspostavljena ravnoteža biljci potrebnih hranjivih elemenata. Interpretacijom rezultata analize tla, vode i biljnog tkiva, kalkulator lako određuje potrebne mješavine gnojiva.

Wang i sur. (2011.) su u cilju rješavanja problema proračuna gnojidbe u preciznoj poljoprivredi, predstavili metodu temeljenu na optimiziranim idejama o donošenju odluka pri gnojidbi. Model je utemeljen na različitim opcijama gnojidbe, te nudi optimalna rješenja za dobivanje gnojidbene doze. Ovaj model se sastoji od 3 potprograma, tako da se jedan ili neki od njegovih podsustava mogu koristiti neovisno jedan o drugome.

Thompson i sur. (1996.) su razvili DSS „Sustav podrške u odlučivanju“. Jedan od dijelova potprograma ima mogućnost izračuna optimalne količine stajskog gnojiva i na taj način sprječava prekomjernu primjenu istih.

Nochankar i sur. (2018.) su opisivali korištenje „Internet of Things“ (IOT) i upoznaju nas s njegovim korištenjem u poljoprivredi. Na osnovi vrijednosti dušika, fosfora i kalija u tlu sustav izrađuje preporuku gnojidbe za postizanje optimalne proizvodnje usjeva.

Chandak i sur. (2017.) opisuju pametni sistem proizvodnje u poljoprivredi, koji će doprinijeti povećanju prinosa usjeva primjenom visoko razvijene tehnologije bez intervencije ljudi. Predloženi sistem radi na principu tehnike pretraživanja podataka i prikupljanja podataka sa satelita, interneta kao i analiza tla. Program donosi odluke koristeći postavljene algoritme, temeljene na podacima o vremenskim promjenama, fazama razvoja usjeva, potrebama usjeva za vodom te na temelju njih odlučuje o količini gnojidbe, kao i o upotrebi fungicida i insekticida.

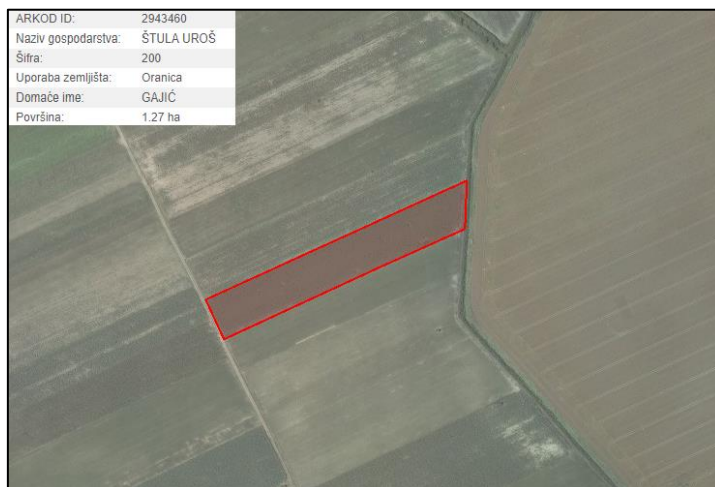
Hitchcock i Kissel (2010.) sa sveučilišta u Georgiji razvili su kalkulator koji pomaže korisnicima u određivanju potrebne gnojidbe. Na osnovi analize tla izračunava potrebne količine dušika, fosfora i kalija. Također odabire gnojiva kako bi poljoprivrednik mogao izabrati njemu pristupačno gnojivo.

Đurđević i sur. (2007.) su razvili ekspertni program za procjenu intenziteta N mineralizacije u tlu istočne Hrvatske pomoću kojega se može pravilno izbalansirati dušična gnojidba. Model uzima u obzir pul svježeg organskog N (ostaci usjeva i biomasa) i stabilni organski N plus (humus). Mineralizacija organske tvari u tlu određuje se u kg·ha dan za vegetaciju pojedinog usjeva u oraničnom i podoraničnom sloju, temeljem procesa razlaganja svježe zaorane organske tvari (funkcija C:N:P, odnosno C:N, C:P, vrste i količine biljnih ostataka, pH, temperature i vode u tlu), količine humusa i vrste organskog gnoja.

Sriswasdi i sur. (2008.) su razvili sistem pametne mobilne gnojidbe pod nazivom „1-2-3 Personalized Fertilizere“. Sustav predstavlja pojednostavljen izračun gnojidbe za individualne proizvođače. Kroz tri jednostavna koraka na mobilnom telefonu, poljoprivrednik unosi vrstu usjeva i očekivani prinos, sadržaj N, P, K u tlu te odabire gnojivo.

3. MATERIJALI I METODE RADA

Za potrebe testiranja modela i izrade gnojidbenih preporuka odabrana je parcela u vlasništvu OPG-a Štula Uroš koja se nalazi na području Vukovarsko srijemske županije, naselje Trpinja. Površina parcele iznosila je 1,3 ha (Slika 1).



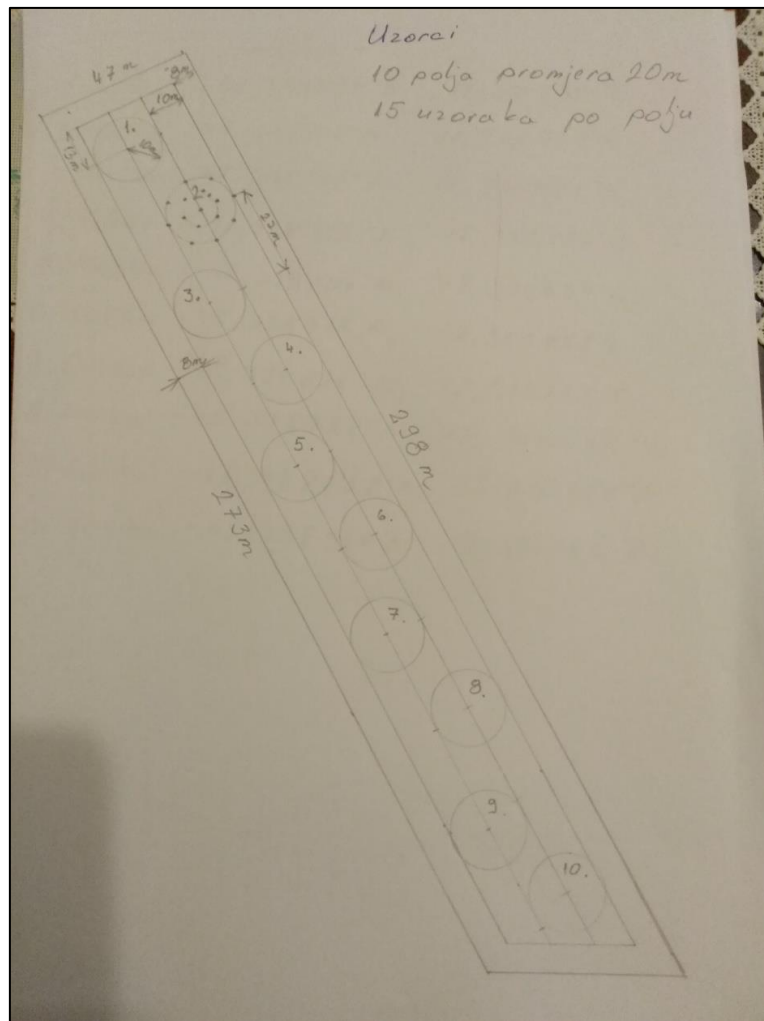
Slika 1. Odabrana parcela za analizu (Izvor: preglednik.arkod.hr)

Uzorci tla uzimani su nakon žetve ili berbe uz pomoć ašova do dubine 30 cm (Slika 2.). Pri uzorkovanju svi relevantni podaci upisivani su u poseban, za to pripremljen anketni listić koji sadrži podatke o vlasniku, parceli, usjevu, planiranom usjevu, predusjevu i njegovom prinosu, žetvenim ostacima, organskoj gnojidbi, uređenosti zemljišta, biogenosti tla, agrotehnici, gnojidbi i zaštiti usjeva.



Slika 2. Uzorkovanje tla pomoću ašova (Izvor: Štula U. 2017.)

Prema napravljenoj shemi parcele i planu uzorkovanja (Slika 3.), na parceli je obilježeno 10 referentnih točaka, jednake udaljenosti jedne od druge. Oko referentne točke iz kruga polumjera 10 m, uzorkovano je po 25 uzoraka (Đurđević, 2014). Kružnice oko referentnih točaka nisu se međusobno preklapale i sve su bile udaljene 10 m od rubova parcele, kako bi uzorak bio što reprezentativniji. Iz svakog uzorkovanog polja, masa uzorka je četvrtanjem svedena na 500-1000 g.



Slika 3. Priručna shema polja sa referentnim točkama (Izvor: Štula U. 2017.)

3.1. Priprema uzoraka za analizu

Prvi postupak za pripremu uzoraka za daljnju analizu u laboratoriju bilo je sušenje (Slika 4.), čime se postiglo zrakosuhu stanje uzorka tla. Tijekom pripreme tla za sušenje, svaki uzorak je očišćen od primjesa. Nakon sušenja obavljeno je mljevene uzoraka tla mlinom za tlo te je uzorak prosijan kroz sito s veličinom otvora 2mm.



Slika 4. Sušenje uzoraka tla (Izvor:www.hcphs.hr.)

3.2. Osnovne kemijske i fizikalne analize uzoraka

3.2.1. Određivanje pH vrijednosti

U zrakosuhim uzorcima tla utvrđena je aktualna i supstitucijska kiselost tla elektrometrijski, pH-metrom, a hidrolitička ili potencijalna kiselost tla aktivirana je alkalnim hidrolitičkim solima (Na-acetat ili Ca-acetat) pri čemu dolazi do zamjene H^+ (i Al^+) iona s adsorpcijskog kompleksa tla alkalnim ionima iz acetata (Đurđević, 2014.).

3.2.2. Određivanje koncentracije organske tvari tla

Organska tvar tla je određena bikromatnom metodom koja predstavlja mokro spaljivanje organske tvari tla kalijevim bikromatom u sumpornoj kiselini. Koncentracija organskog

ugljika u uzorcima određena je spektrofotometrijski pri valnoj duljini od 585 nm (Đurđević, 2014.).

3.2.3. Određivanje lakopristupačnog fosfora i kalija

Lakopristupačni fosfor i kalij u tlu određeni su prema modificiranoj Egner-Riehm-Domingu AL metodi koja se temelji na ekstrakciji tla s amonij laktatom (Đurđević, 2014).

3.2.4. Volumetrijsko mjerenje sadržaja karbonata

Karbonati u tlu određeni su volumetrijskom metodom po Scheibler-u (ISO 10693, 1995.) mjerenjem volumena CO₂ koji se iz karbonata tla razvija djelovanjem 10 % HCl (klorovodične kiseline).

3.3. Model za izračun gnojidbenih preporuka

Proizvodna parcela korištena za primjer izračuna gnojidbenih preporuka je bez nagiba i bez stajace vode te je utvrđena dobra biogenost. Odabrana je standardna obrada tla plugom do dubine 30 cm uz punu zaštitu usjeva. Kao gnojivo koje će se koristiti za izračun odabrano je mineralno kompleksno gnojivo formulacije 7:20:30, te KAN (Kalcij amonijski nitrat 27% N) kao dušično gnojivo za prihranu i UREA s 46% dušika kao gnojivo za sprečavanje dušične depresije. Za svaku uzgajanu kulturu izabran je optimalni prinos obzirom na ekonomičnost proizvodnje (ozima pšenica 8 t ha⁻¹; kukuruz 12 t ha⁻¹; soja 4 t ha⁻¹; uljana repica 4 t ha⁻¹; šećerna repa 80 t ha⁻¹) (Prilog 1).

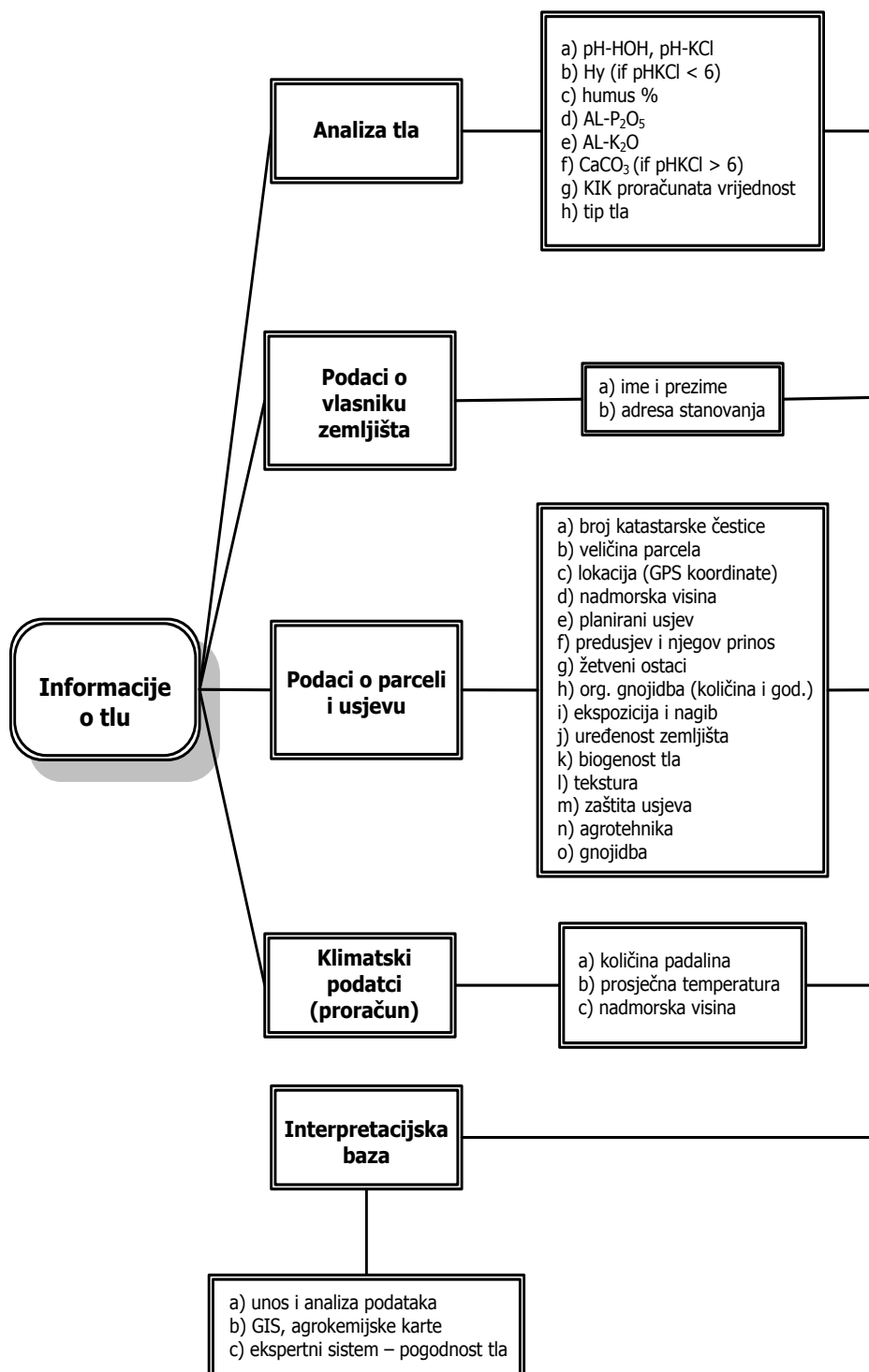
Pri izračunu gnojidbenih preporuka korišten je napredni ekspertni model razvijen za potrebe kontrole plodnosti tla (Vukadinović i sur., 1996.; Vukadinović i Vukadinović, 2011.) Model je napisan u JavaScriptu i HTML kodu i zbog toga je vrlo lako prilagodljiv za različite agroekološke uvjete. Nakon izračuna gnojidbe predlaže moguća rješenja i zahvate u vidu niza pravila koje je potrebno primijeniti za postizanje viših prinosa. Također, prikazuje proračun i potrebe u kalcizaciji, izračunava potencijal mineralizacije organske tvari tla (humus, žetveni ostatci, organska gnojidba) i potrebnu količinu dušika za sprječavanje N-depresije. Osim toga, omogućuje prikaz osnovnih rezultata gnojidbene preporuke u programu Google Earth i time

ukazuje na prostornu varijabilnost potrebe u gnojidbi te sve podatke i rezultate računalne obrade izvozi u izlaznu interpretacijsku bazu uz moguću vizualizaciju GIS-om, odnosno prikaz tematskih karata. Nakon provedene analize tla sve relevantne informacije o tlu (Slika 5.) zapisane su u ulaznoj bazi modela ALRxp. Rezultati analize tla i gnojidbene preporuke čuvaju se u Excel datotekama koje se naknadno objedinjuju za različite potrebe agroekonomske, statističko-grafičko-prostorne analize i gospodarenja hranivima (Vukadinović i Bertić, 2013.).

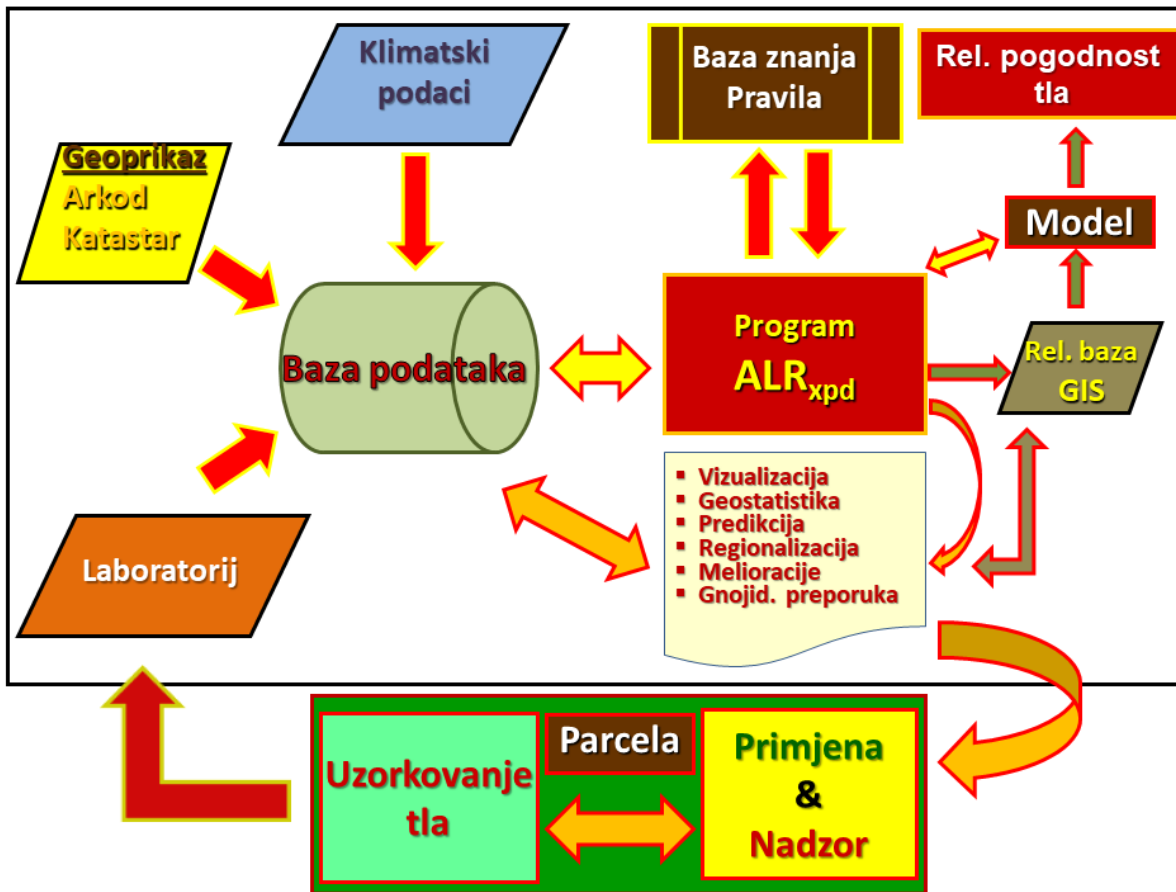
Sam proces izračuna potrebe u gnojidbi obuhvaća znatno više dopunskih pokazatelja o tlu, usjevu, agrotehnici i klimi, a kod potrebe hraniva uzima u obzir dinamičko iznošenje te uključuje:

1. Priming efekt (ubrzana mikrobiološka mobilizacija hraniva iz organske tvari tla izazvana organskom i mineralnom gnojidbom tla)
2. Humat efekt (povećanje efikasnosti fosforne gnojidbe i raspoloživosti mikroelemenata na kiselim tlima)
3. Genetska svojstva biljne vrste s obzirom na efikasnost usvajanja i korištenja hraniva iz tla
4. Visoku fiziološku adaptabilnost modernih kultivara (Vukadinović i Vukadinović, 2011.)

Ekspertna verzija ALRxp modela pri izračunu potrebe u gnojidbi usjeva uključuje i relativnu pogodnost tla za usjeve kako bi se mogla realno procijeniti moguća visina prinosa šest (pšenica, ječam, kukuruz, suncokret, soja, uljana repica i šećerna repa) najzastupljenijih usjeva istočne Hrvatske u idućem razdoblju, odnosno do nove analize tla za određenu parcelu. U tu svrhu koristi se više indikatora pogodnosti zemljišta (raspoloživost hranivih tvari, sadržaj organske tvari i karbonata u tlu, pH tla, biogenosti, uređenosti zemljišta, intenzitetu primjene agrotehnike, nagib, ekspozicija, nadmorska visina i klimatske značajke područja) (Slika 6.). Ekspertna verzija ALRxp računalnog modela se neprestano usavršava uvođenjem novih indikatora i prilagodbom oblika povezanosti. Navedenim modelom izračunate su gnojidbene preporuke za pet usjeva i to: pšenicu ozimu, kukuruz, šećernu repu, soju i uljanu repicu.



Slika 5. Informacije o tlu (Izvor: Đurđević, 2010)



Slika 6. Shematski prikaz ALR xp modela za izračun gnojidbenih preporuka (Izvor: Vukadinović i Vukadinović, 2011.)

4. REZULTATI

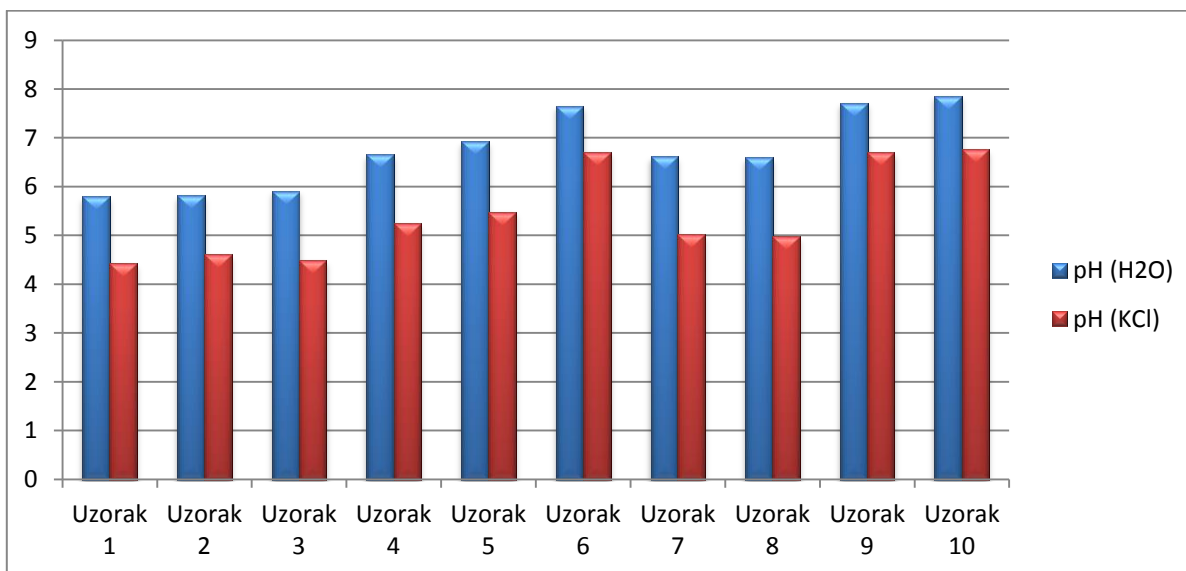
4.1. Kemijske značajke tla

Kemijska analiza uzoraka tla (pH u KCl-u i vodi, sadržaj organske tvari tla, AL-P₂O₅, AL-K₂O, hidrolitička kiselost i postotak karbonata) provedena je u laboratoriju Zavoda za kemiju biologiju i fiziku tla (Prilog 2). Dobiveni rezultati korišteni su za izračun gnojidbene preporuke za pet najvažnijih usjeva (ozima pšenica, kukuruz, soja, uljana repica i šećerna repa).

4.1.1. Reakcija tla

Prosječna pH vrijednost tla u vodi iznosila je 6,75, a pH u KCl-u 5,44. Najviša izmjerena vrijednost pH (H₂O) reakcije tla iznosila je 7,86, a najniža umjereno kisela reakcija 5,80 u uzorku broj 1 (Grafikon 1.). Najviše izmjerena pH tla u KCl-u iznosila je 6,77, a najniža 4,42. Reakcija tla, izražena kao pH vrijednost snažno utječe na raspoloživost hranjivih elemenata te obzirom kako je u većini uzoraka izmjerena neutralna reakcija (4 od 10), a u ostatku slabo kisela do slabo alkalna možemo zaključiti kako neće negativno utjecati na uzgoj odabranih usjeva (Staggenborg i sur., 2007).

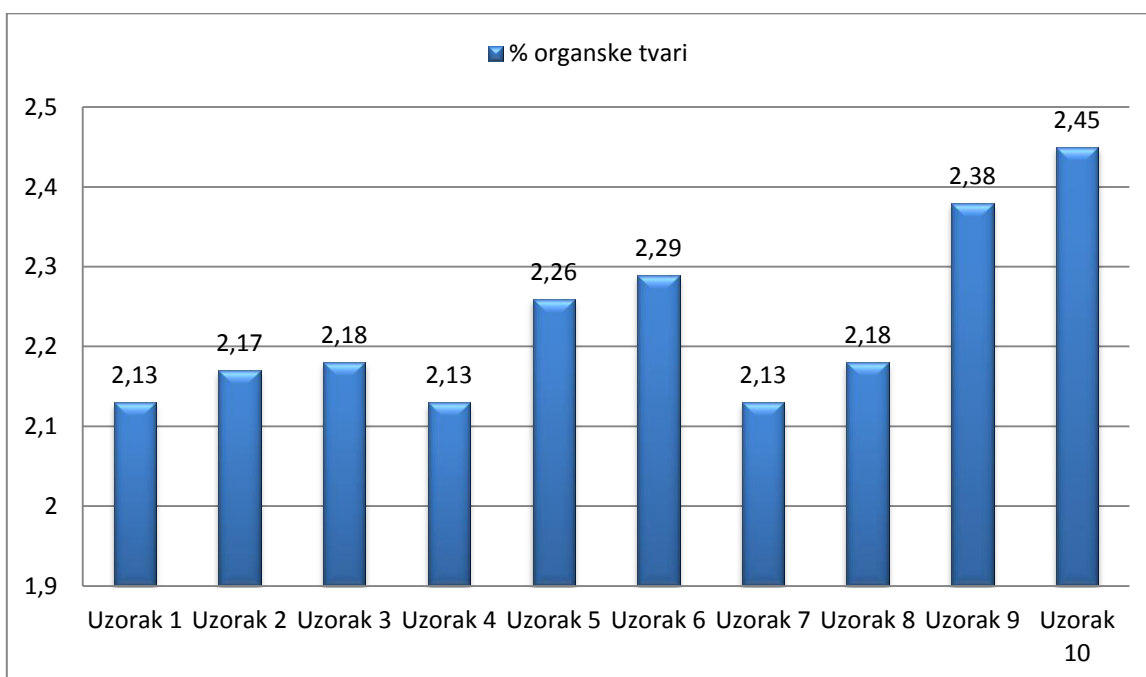
Grafikon 1. Reakcija tla analiziranih uzoraka



4.1.2. Sadržaj organske tvari tla

Optimalna vrijednost organske tvari u tlu za istraživano područje iznosi otprilike između 3 i 5%, a ispod tri posto može doći do pada kvalitete tla, odnosno moguć je određeni proces degradacije njegovih svojstava (Loveland i Webb, 2003.). Prosječna koncentracija sadržaja organske tvari tla iznosila je 2,23% što ukazuje na smanjeni unos svježije organske tvari i moguće započinjanje nekog od procesa degradacije, vjerovatno uvjetovanog lošom agrotehnikom (duboko oranje plugom). Najmanja izmjerena vrijednost organske tvari u tlu iznosila je 2,13%, a najveća 2,45%. Svih 10 analiziranih uzoraka tla nalaze se u klasi slabo humoznog tla. (Grafikon 2.)

Grafikon 2. Postotak organske tvari tla u uzorcima

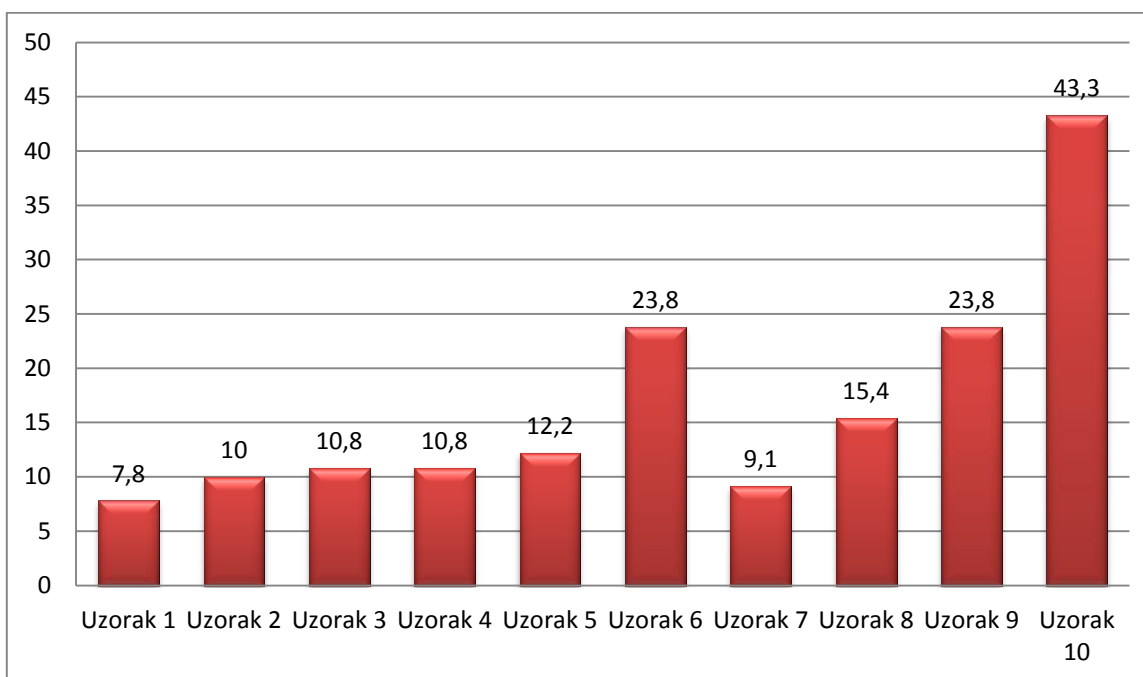


4.1.3. Vrijednosti lakopristupačnog fosfora u uzorcima

Prosječna vrijednost lakopristupačnog P_2O_5 (Grafikon 3.) iznosila je 16,7 mg 100 g tla. Najniža koncentracija fosfora iznosila je niskih 7,8 mg 100 g tla, dok je najveća koncentracija iznosila 43,3 mg 100 g tla. Od ukupno 10 uzoraka, 6 uzoraka je pripadalo niskoj opskrbljenosti fosforom (uzorak 1, 2, 3, 4, 5 i 7), a samo uzorak 10 je pripadao klasi dobro opskrbljenoj fosforom. Raspoloživost fosfora u tlu snažno ovisi o pH-vrijednosti tla te se niska

koncentracija fosfora u tlu može vrlo dobro povezati sa slabom kiselom reakcijom tla izmjerena u uzorcima (Grafikon 1. i 3.). Biljke imaju veći zahtjev za fosforom u dva vremenska razdoblja tijekom vegetacije. Prvo razdoblje zahtjeva za fosforom je tijekom rasta korijena, a drugo razdoblje u trenutku prijelaza iz vegetativne u generativnu fazu (oplodnja). Budući da se fosfor u tlu neznatno premješta, mora se primijeniti „pod“ osnovnu obradu kako bi se rasporedio cijelom dubinom oraničnog sloja (Vukadinović i Bertić, 2013.; Jug i sur., 2017.).

Grafikon 3. Vrijednosti lakopristupačnog fosfora u uzorcima (mg P₂O₅ 100g tla)

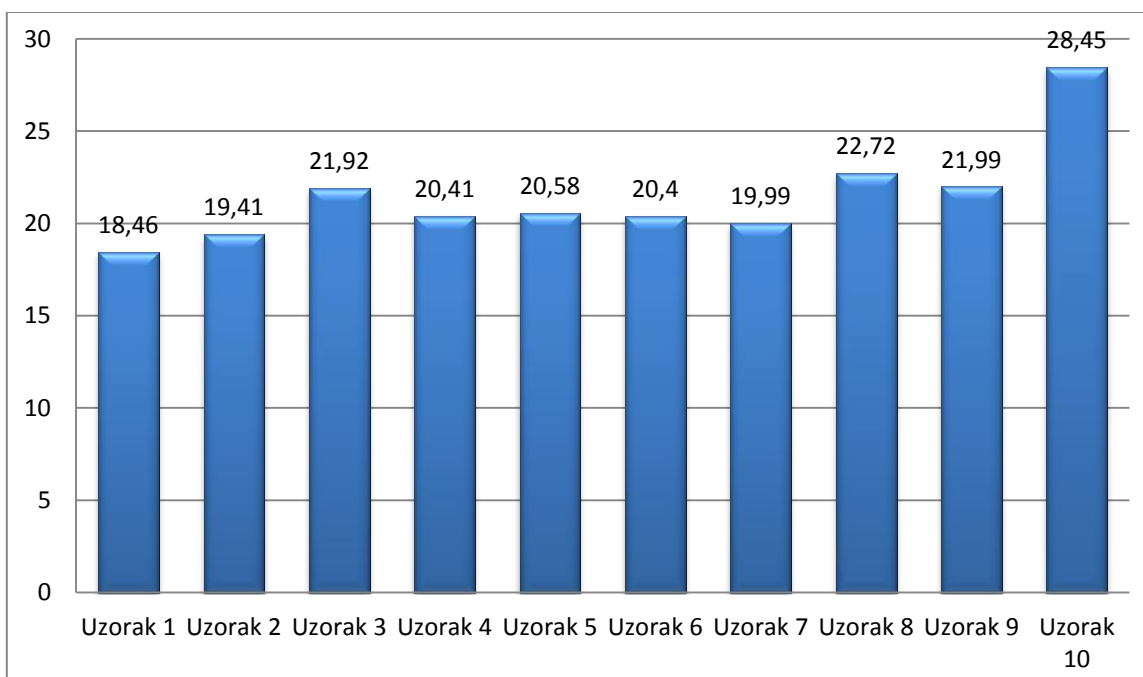


4.1.4. Vrijednosti lakopristupačnog kalija u uzorcima

Prosječna vrijednost lakopristupačnog K₂O (Grafikon 4.) iznosila je 21,43 mg 100g tla. Najniža koncentracija kalija iznosila je 18,46 mg 100g tla, dok je najveća koncentracija izmjerena u uzorku deset 28,45 mg 100g tla. Od ukupno 10 uzoraka, samo je uzorak broj 1 pripadao niskoj opskrbljenosti kalijem, a ostalih 9 uzoraka pripadalo je klasi dobroj opskrbljenosti kalijem. Biljke kalij iznose u velikoj količini pa je K gnojidba redovita agrotehnička mjera jer je manjak kalija vrlo česta pojava. Raspoloživost kalija čvrsto je povezana s procesima sorpcije i desorpcije, kao i fiksacije koji se odvija u tlu. Teža tla jače fiksiraju kalij, dok do nedostatka kalija najčešće dolazi na lakim, pjeskovitim tlima, zatim

teškim glinovitim tlima s izraženom K-fiksacijskom moći ili tlima koja imaju suvišak kalcija ili magnezija.. (Jug i sur., 2017.; Vukadinović i Vukadinović, 2011.)

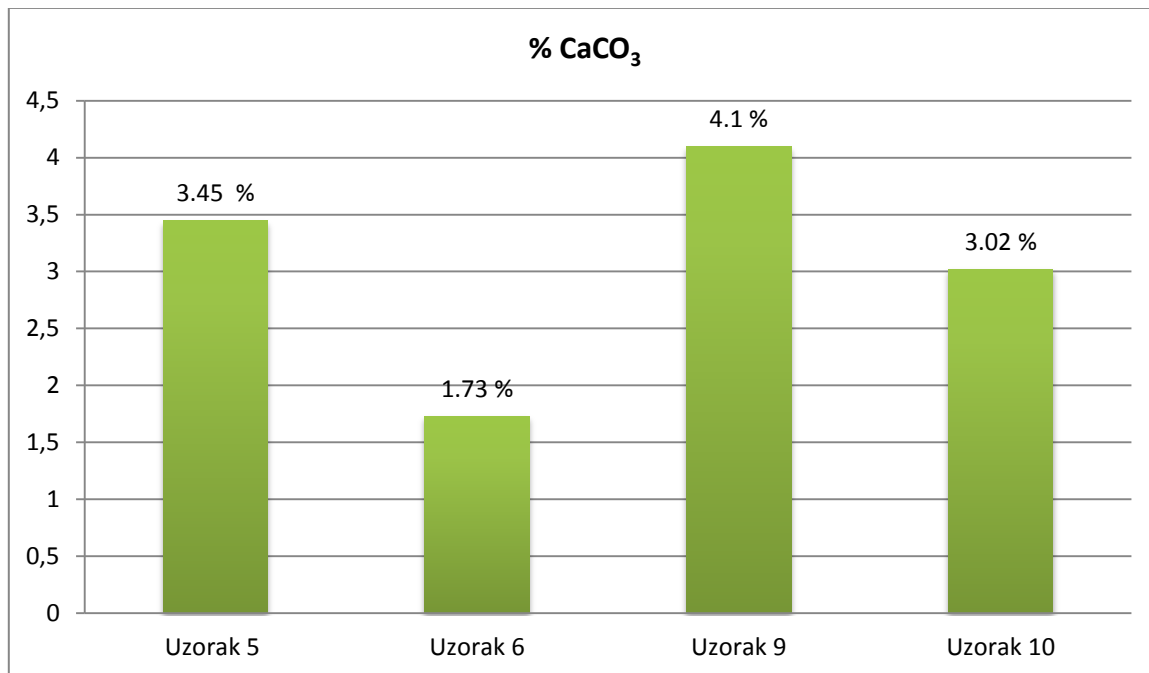
Grafikon 4. Vrijednosti lakopristupačnog kalija u uzorcima (mg K₂O 100g tla)



4.1.5. Sadržaj karbonata u uzorkovanom tlu

Sadržaj karbonata mjereno je u uzorcima koji su imali pH vrijednost tla izmjerenu u KCl-u iznad 5,50 (Grafikon 5.). U prosjeku je iznosio 3,07%, a najveći sadržaj karbonata izmjereno je u uzorku broj 9 (4,10%), a najmanji sadržaj u uzorku 6 i iznosio je 1,73%. Od ukupno 4 uzorka, 3 su imala raspon karbonata od 2-5%, a samo 1 uzorak raspon od 1-2% karbonata.

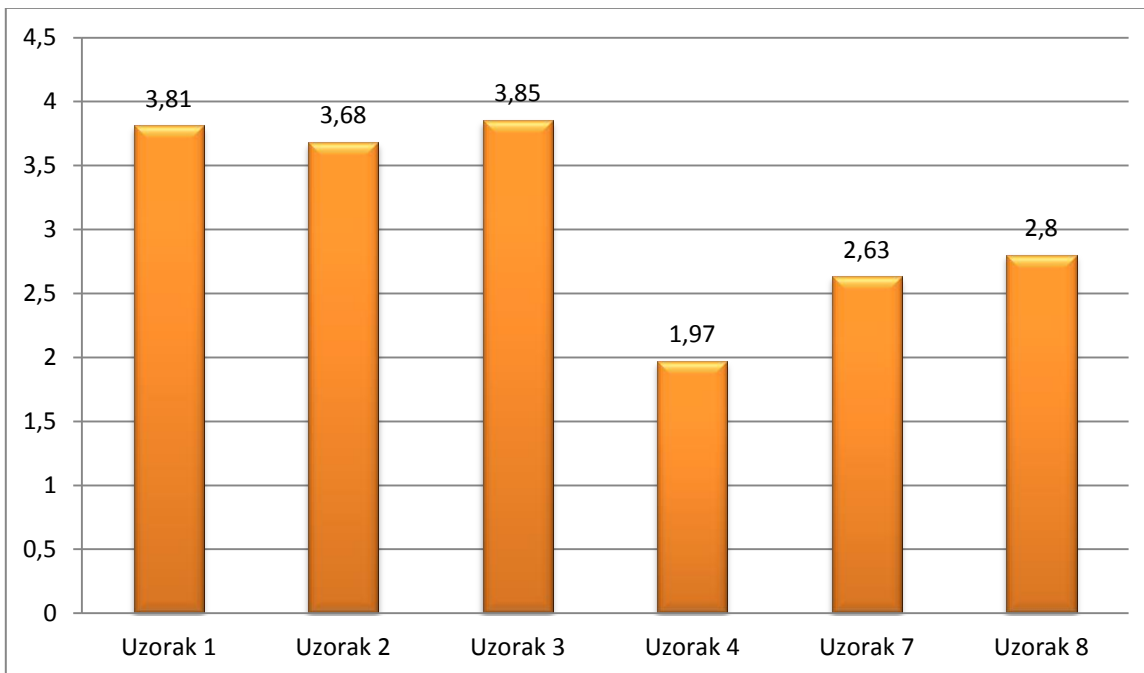
Grafikon 5. Vrijednosti sadržaja karbonata



4.1.6. Vrijednost hidrolitičke kiselosti u uzorkovanom tlu

Hidrolitička kiselost je utvrđena samo u uzorcima kojima je izmjerena pH vrijednost u KCl-u niža od 5,5. Prosječna vrijednost hidrolitičke kiselosti (Grafikon 6.) iznosila je 3,12 cmol⁽⁺⁾ kg⁻¹ tla. Vrijednost hidrolitičke kiselosti bila je od 1,97 do 3,85 cmol⁽⁺⁾·kg⁻¹ tla. Od ukupno 6 analiziranih uzoraka tla, kod 5 uzoraka utvrđena hidrolitička kiselost bila je u granicama 2 do 4 cmol⁽⁺⁾ kg⁻¹ tla, a kod samo jednog uzorka utvrđena hidrolitička kiselost bila je niža od 2 cmol⁽⁺⁾ kg⁻¹ tla. Obzirom da kod niti jednog uzorka hidrolitička kiselost ne prelazi 4 cmol⁽⁺⁾ kg⁻¹ tla kalcizacija kao mjera popravke tla nije potrebna ali ipak bi trebalo pratiti stanje kiselosti osobito na djelu površine gdje se nalaze uzorci (1, 2 i 3). Kalcizaciju bi na tom dijelu trebalo provesti obzirno više kao gnojidbu kalcijem koristeći se izračunom temeljenim na analizi tla uz pomoć ALRxp modela (Đurđević, 2011.; Đurđević, 2010.)

Grafikon 6. Vrijednosti hidrolitičke kiselosti uzorkovnog tla ($\text{cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$ tla)



4.2. Gnojidbena preporuka za usjeve

Prema izlaznoj bazi ALRxp računalnog modela i prikazanoj preporuci gnojidbe za ozimu pšenicu planiranog prinosa od 8 t ha^{-1} (Tablica 1.), na uzorkovanoj parceli veličine 1,3 ha, utvrđena je prosječna potrebna količina NPK kompleksnog mineralnog gnojiva 7:20:30 (u daljnjem tekstu NPK gnojivo) u vrijednosti od 253,70 kg. Minimalna potrebna količina utvrđena je na uzorku broj 10, gdje nije potrebno unositi NPK gnojivo u tlo, dok je maksimalna potrebna količina utvrđena na uzorku broj 1, sa količinom od 413 kg. Standardna devijacija potrebe NPK gnojiva iznosila je 130,47, dok je koeficijent varijacije 51,43%.

ALRxp računalni model je utvrdio i potrebnu količinu UREE u prosječnoj vrijednosti za svih deset uzoraka od 43,8 kg. Minimalna količina potrebna je uzorku pod brojem 5 s količinom od 38 kg, a maksimalna količina potrebna je uzorku pod brojem 8 s količinom od 51 kg UREE. Također, ALRxp računalni model utvrđuje i potrebnu količinu KAN-a u prosječnoj vrijednosti za svih deset uzoraka od 162,8 kg s niskim koeficijentom varijacije 9,90 (Tablica 1).

Tablica 1. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za ozimu pšenicu.

Br. Uzorka	Plan prinos t/ha	NPK kg	Urea kg	KAN kg	N-potreba kg/ha	P-potreba kg/ha	K-potreba kg/ha	Bilanca N	Bilanca P2O5	Bilanca K2O	CaO kg/ha
1.	8	413	44	177	97	150	23	0	-67	101	2204
2.	8	343	46	181	94	137	0	0	-68	103	1875
3.	8	343	47	187	96	137	0	0	-68	103	2236
4.	8	305	41	162	84	122	0	0	-61	91	0
5.	8	283	38	151	78	113	0	0	-56	85	0
6.	8	110	39	156	68	44	0	0	-22	33	0
7.	8	330	42	168	88	132	0	0	-66	99	741
8.	8	285	51	161	87	114	0	0	-57	85	760
9.	8	125	42	133	64	50	0	0	-25	37	0
10.	8	0	48	152	63	0	0	0	0	0	0
Prosjeck	8,00	253,70	43,80	162,80	81,90	99,90	2,30	0,00	-49,00	73,70	781,60
Sd	0,00	130,47	4,16	16,12	13,03	50,27	7,27	0,00	24,26	36,65	965,55
Kv%	0,00	51,43	9,49	9,90	15,90	50,32	316,23	0,00	-49,52	49,74	123,54
min	8,00	0,00	38,00	133,00	63,00	0,00	0,00	0,00	-68,00	0,00	0,00
max	8,00	413,00	51,00	187,00	97,00	150,00	23,00	0,00	0,00	103,00	2236,00

Za kukuruz prosječne NPK količine gnojiva koje je ALRxp računalni model izračunao je visokih 409,00 kg ha⁻¹ uz potrebnu količina UREE u prosječnoj vrijednosti od 71,3 kg (Tablica 2.).

Tablica 2. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za kukuruz.

Br. Uzorka	Plan prinos t/ha	NPK kg	Urea kg	KAN kg	N-potreba kg/ha	P-potreba kg/ha	K-potreba kg/ha	Bilanca N	Bilanca P2O5	Bilanca K2O	CaO kg/ha
1.	12	530	72	288	148	150	93	0	-44	66	2204
2.	12	517	71	282	145	150	85	0	-47	70	1875
3.	12	478	74	294	147	150	62	0	-54	81	2236
4.	12	502	65	259	135	150	76	0	-50	75	0
5.	12	498	61	244	129	149	75	0	-49	74	0
6.	12	274	65	259	119	59	76	0	-4	6	0
7.	12	508	67	268	139	150	80	0	-48	72	741
8.	12	490	79	250	138	150	69	0	-52	78	760
9.	12	293	72	227	115	66	77	0	-7	11	0
10.	12	0	87	274	114	0	0	0	0	0	0
Prosjeck	12	409,00	71,30	264,50	132,90	117,40	69,30	0,00	-35,50	53,30	781,60
Sd	0,00	170,93	7,59	20,89	13,03	54,99	25,73	0,00	22,19	33,22	965,55
Kv%	0,00	41,79	10,64	7,90	9,80	46,84	37,13	0,00	-62,51	62,33	123,54
min	12,00	0,00	61,00	227,00	114,00	0,00	0,00	0,00	-54,00	0,00	0,00
max	12,00	530,00	87,00	294,00	148,00	150,00	93,00	0,00	0,00	81,00	2236,00

Potrebna količina KAN-a utvrđena modelom za kukuruz iznosila je u prosjeku 264,50 kg a maksimalna količina izračunata je u uzorku pod brojem 3 i iznosila je 294 kg KAN-a.

Obzirom kako je za treći usjev odabrana bakterizirana soja koja zahtjeva niže količine dušika zbog utjecaja na rast i razvoj kvržičnih bakterija (Mihalina, 2004.) ALRxp model je prepoznao

i preporučio niže vrijednosti ukupnog dušika te u prosjeku ta količina iznosila je 62 kg N ha⁻¹ što je i maksimalna količina koju model može preporučiti (Tablica 3). Količina NPK gnojiva iznosila je od visokih 502 kg ha⁻¹ za uzorak broj 1 koji je imao najlošije rezultate kemijske analize, pa do 0 kg ha⁻¹ za uzorak broj 10 s najvećom analiziranom količinom fosfora i kalija (Grafikon 3 i 4).

Tablica 3. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za soju.

Br. Uzorka	Plan prinos t/ha	NPK kg	Urea kg	KAN kg	N-potreba kg/ha	P-potreba kg/ha	K-potreba kg/ha	Bilanca N	Bilanca P2O5	Bilanca K2O	CaO kg/ha
1.	4	502	0	70	62	150	76	-8	-50	75	2204
2.	4	490	0	72	62	150	69	-8	-52	78	1875
3.	4	457	0	78	62	150	49	-9	-59	88	2236
4.	4	447	0	80	62	138	61	-9	-49	73	0
5.	4	420	0	85	62	128	60	-10	-44	66	0
6.	4	227	30	120	62	50	61	0	-5	7	0
7.	4	481	0	73	62	149	65	-9	-53	79	741
8.	4	414	25	79	62	129	55	0	-46	69	760
9.	4	246	34	108	62	57	62	0	-8	12	0
10.	4	0	47	149	62	0	0	0	0	0	0
Prosjek	4	368,4	13,6	91,4	62	110,1	55,8	-5,3	-36,6	54,7	781,6
Sd	0,00	161,51	18,38	26,01	0,00	54,06	20,92	4,60	22,71	34,01	965,55
Kv%	0,00	43,84	135,15	28,46	0,00	49,10	37,49	-86,71	-62,04	62,18	123,54
min	4,00	0,00	0,00	70,00	62,00	0,00	0,00	-10,00	-59,00	0,00	0,00
max	4,00	502,00	47,00	149,00	62,00	150,00	76,00	0,00	0,00	88,00	2236,00

ALRxp računalni model za uljanu repicu s planiranim prinosom od 4 t ha⁻¹ izračunava preporuku gnojidbe u vrijednosti od 391,6 kg NPK gnojiva 7:20:30 s visokim koeficijentom varijacije (Tablica 4.).

Prihranu KAN-om model preporučuje u prosječnoj količini od 114,1 kg ha⁻¹, a najmanju preporučenu količinu model je izračunao za uzorak broj 8 u iznosu od 84 kg ha⁻¹.

Tablica 4. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za uljanu repicu.

Br. Uzorka	Plan prinos t/ha	NPK kg	Urea kg	KAN kg	N-potreba kg/ha	P-potreba kg/ha	K-potreba kg/ha	Bilanca N	Bilanca P2O5	Bilanca K2O	CaO kg/ha
1.	4	515	34	135	88	150	84	0	-47	70	2204
2.	4	503	32	129	85	150	77	0	-49	74	1875
3.	4	467	35	141	87	150	55	0	-57	85	2236
4.	4	490	26	103	74	150	69	0	-52	78	0
5.	4	462	24	95	69	140	67	0	-48	72	0
6.	4	253	26	104	58	55	69	0	-4	7	0
7.	4	495	28	112	78	150	72	0	-51	76	741
8.	4	458	34	108	77	142	62	0	-50	75	760
9.	4	273	27	84	54	63	69	0	-8	13	0
10.	4	0	41	130	54	0	0	0	0	0	0
Prosjeak	4	391,6	30,7	114,1	72,4	115	62,4	0	-36,6	55	781,6
Sd	0,00	166,56	5,36	18,78	13,19	54,78	23,27	0,00	22,74	33,73	965,55
Kv%	0,00	235,11	573,28	607,69	548,79	209,93	268,18	0,00	-160,98	163,07	80,95
min	4,00	0,00	24,00	84,00	54,00	0,00	0,00	0,00	-57,00	0,00	0,00
max	4,00	515,00	41,00	141,00	88,00	150,00	84,00	0,00	0,00	85,00	2236,00

Najzahtjevnija kultura za uzgoj od svih predloženih je šećerna repa koja zahtjeva velike količine gnojiva uz izbalansiranu dušičnu gnojidbu koja može direktno utjecati na kvalitetu šećerne repe kao i količinu proizvedenog šećera (Kristek i sur., 2008.). Planirani prinos za šećernu repu je bio 80 t ha^{-1} , uz visoku preporučenu prosječnu količinu NPK gnojiva 7:20:30 u iznosu od $476,8 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tablica 5.). Minimalna potrebna količina utvrđena je na uzorku broj 10. sa količinom od 62 kg, dok je maksimalna potrebna količina utvrđena na uzorku broj 1, s količinom od 639 kg ha^{-1} s visokim koeficijent varijacije.

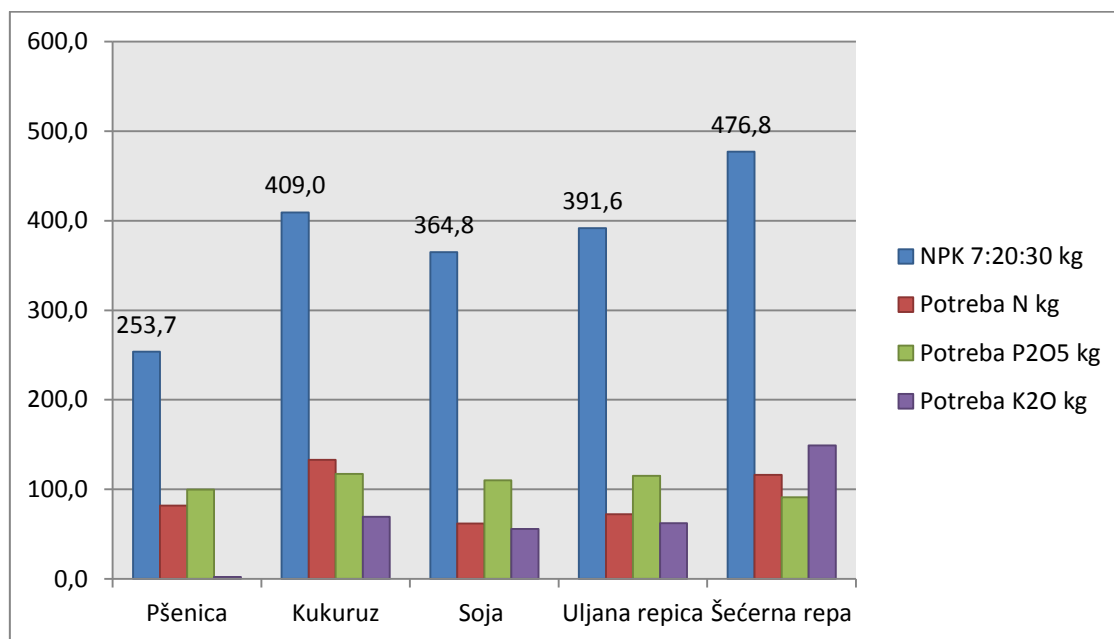
Prihranu šećerne repe potrebno je izvršiti KAN-om u prosječnoj vrijednosti od $209,7 \text{ kg ha}^{-1}$. Uzorak pod brojem 9. imao je minimalnu potrebnu količinu od 171 kg, dok je maksimalna količina preporučena za uzorak pod brojem 3. sa količinom od 238 kg KAN-a po hektaru.

Tablica 5. Izlazna baza ALRxp računalnog medela za šećernu repu.

Br. Uzorka	Plan prinos t/ha	NPK kg	Urea kg	KAN kg	N-potreba kg/ha	P-potreba kg/ha	K-potreba kg/ha	Bilanca N	Bilanca P2O5	Bilanca K2O	CaO kg/ha
1.	80	639	56	224	131	139	175	0	-11	17	2204
2.	80	604	56	222	128	125	175	0	-4	6	1875
3.	80	546	60	238	130	125	140	0	-16	24	2236
4.	80	548	52	206	118	111	162	0	-1	2	0
5.	80	524	50	198	113	103	160	0	2	-3	0
6.	80	368	50	200	103	39	162	0	35	-52	0
7.	80	583	53	210	122	121	168	0	-4	7	741
8.	80	510	64	203	120	104	150	0	-2	3	760
9.	80	384	54	171	98	45	163	0	32	-48	0
10.	80	62	71	225	98	0	37	0	12	-18	0
Prosjeak	80	476,8	56,6	209,7	116,1	91,2	149,2	0	4,3	-6,2	781,6
Sd	0,00	169,79	6,69	18,79	12,68	46,34	40,82	0,00	17,08	25,65	965,55
Kv%	0,00	280,81	846,46	1115,93	915,66	196,79	365,54	0,00	25,17	-24,18	80,95
min	80,00	62,00	50,00	171,00	98,00	0,00	37,00	0,00	-16,00	-52,00	0,00
max	80,00	639,00	71,00	238,00	131,00	139,00	175,00	0,00	35,00	24,00	2236,00

Zbirna baza potreba pojedinačnih hraniva prikazuje njene odnose i potrebe po kulturama (Grafikon 7.). Potreba dušika najizraženija je u usjevu kukuruza sa 132,9 kg ha⁻¹, a najmanju potrebu imala je soja sa 62 kg ha⁻¹. Potreba P₂O₅ najizraženija je u usjevu kukuruza i u prosjeku je iznosila 117,4 kg, a najmanju potrebu imala je šećerna repa sa 91,2 kg. Prosječna potreba K₂O najizraženija je u usjevu šećerne repe koje je i predstavnik „kaliofilnih“ biljaka sa 149,2 kg, dok je pšenica imala zanemarivu potrebu od 2,3 kg (Giroux i. Tran, 1989.).

Grafikon 7. Vrijednost potrebne doze hraniva za 5 različitih poljoprivrednih kultura



5. RASPRAVA

Svi relevantni podatci za izračun gnojidbenih preporuka (analiza tla, podatci o vlasniku parcele, prinosu, usjevu i agrotehnici) uneseni su u ulaznu bazu podataka koja je formirana uz pomoć MS Excel aplikacije i sačuvana u CSV formatu (coma separated value) (Slika 7.).

ALR kalkulator			Proračun gnojidbe usjeva V. Vukadinović® (03.08.2012.)	
1)* Ime datoteke:	2)* Prezime i ime:	3)* ZIP, grad, ulica i broj:	Rezultati: • PODACI O PARCELI (Vlasnik: PPK Valpovo-PO Brodanci Adresa: Brkićeva 87, 31223 Brodanci Parcela: 2502920 Površina: 4.6 (ha) Geo. dulj.: 18.48898 E Geo. šir.: 45.59754 N Usjev: Pšenica ozi Plan. pri.: 7.00 t/ha Predusjev: Uljana repi Žet. osta.: 1.00 t/ha Stajnjak: 0 t/ha God. prim.: bez org. gnoja pH(KCl): 4.87 pH(HOH): 5.49 AL-P205: 19.30 AL-K20: 33.31 (mg/100g) Humus %: 2.07 N-ukup. %: 0.1* KIK: 17.33 Hy meq/100g: 3.41 (meq/100g) Navod.: Suho ratar. * empirijska vrijednost Rel. pog.: 66.59% RP za usjeve • GNOJIDBENA PREPORUKA (kg/ha): NPK potreba: 170:62:0 (N:P205:K20 kg/ha) Omjer: 10:5:0 (idealna formulacija) NPK-gnoj: 12:52:0 MAP (formulacija NPK) NPK: 119 za 4.60 ha 547.4 kg Urea: 85 za 4.60 ha 391.0 kg KAN: 433 za 4.60 ha 1991.8 kg KAN + Urea: 116.91 + 39.1 = 156.0 N kg/ha P-gnojivo: KCl 60% za 4.60 ha 0 kg • BILANCA NPK (kg/ha) => 0 : 0 : 0 => Bilanca OK! • KALCIZACIJA (kg/ha) uz BS = 90 % Ca: 1308 za 4.60 ha 6016.8 kg CaO: 1831 za 4.60 ha 8422.6 kg CaCO3: 3270 za 4.60 ha 15042.0 kg Karbokalk: 4186 za 4.60 ha 19255.6 kg Klima: 651 - 750 mm/god.; 11.5 °C/god. Rata N-min: 42.3 N kg/ha/god (procijena)	
4) Regija (obor. mm/god.):	5)* Broj kat. čest:	6)* Površina parcele ha:		
7)* Geo. duljina (Long.)	8)* Geo. širina (Lat.)	10)* Google kml		
9) navod	10) Planirani usjev:	11)* Planirani prinos t/ha:		
12) Predusjev:	13) Prinos predusjeva t/ha:	14) Žetveni ostaci t/ha:		
15) Org. gnojivo t/ha:	16) God. prim. stajnjaka:	17)* pH (KCl):		
18)* pH (HOH):	19)* Humus %:	20)* AL-P205 mg/100g:		
21)* AL-K20 mg/100g:	22) KIK meq/100g:	23) Hy meq H/100g:		
24) CaCO3 %:	25) Tekstura tla:	26) Biogenost:		
27) Nagib i ekspozicija:	28) Uređeno: često leži v	29) Agrotehnika:		
30) Zaštita usjeva:	31) Formulacija NPK:	32) P205-gnojivo:		
33) K2O-gnojivo:	Upotrebom samo jednog pojedinačnog gnojiva (P ili K) može se podesiti bilanca, ako NPK gnojivo nema suviše dušika!			
D:\01_Prepоруke\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 i Vukadinović, 2011.)

Model tada čita red u bazi i automatski izračunava gnojidbenu preporuku koristeći pri tome napredne algoritme za izračun potreba za hranivim tvarima. Također, koristi i dodatne algoritme te uz gnojidbenu preporuku računa: potrebnu količinu kalcija za kalcizaciju (ako je potrebna), relativnu pogodnost tla temeljenu na analizi tla i mineralizaciju dušika. Gnojidbena preporuka računa se prema sljedećim koracima:

- Izračun mineralizacije dušika

- Proračun potrebe dušika za pojedini usjev uz korekciju doze prema žetvenim ostacima
- Proračun dušika potrebnog za razgradnju žetvenih ostataka
- Proračun potrebe fosfora
- Proračun potrebe kalija
- Izračun optimalne formulacije NPK kompleksnog mineralnog gnojiva
- Proračun doze
- Proračun bilance hraniva (višak ili manjak P i K ovisno o odabranoj formulaciji gnojiva uz zadovoljavanje potreba dušika u potpunosti)
- Ispis podataka.

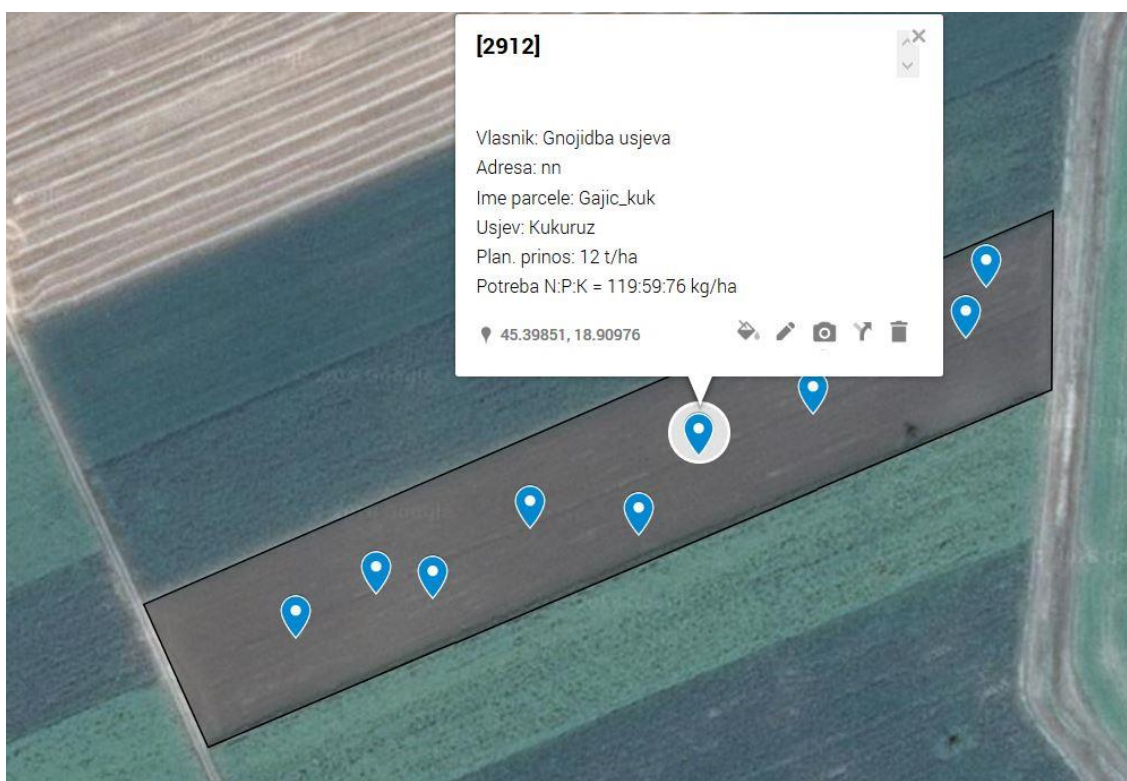
Proračun N, P i K je ograničen iz ekonomskih i ekoloških razloga ali i kod pretjerane procjene mogućeg prinosa te se izračunava posebno za svaki usjev. Maksimalna doza dušika iznosi 170 kg ha⁻¹ i usuglašena je s pravilima dobre poljoprivredne prakse (Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva, 2008.). Nakon izračuna gnojidbeni podatci proračunati ALRxp modelom, zajedno s rezultatima proračuna pogodnosti tla i ulaznim podacima, sačuvani su kao standardni dbf IV tip baze uz automatski ispis gnojidbene preporuke s porukama i savjetima poljoprivrednom proizvođaču koja ovise o analizi tla (kisela reakcija tla, nizak sadržaj organske tvari i drugo) (Prilog 1).

Najveće izračunate prosječne doze NPK gnojiva imala je šećerna repa u iznosu od 476,8 kg, pa kukuruz 409,00 kg, zatim uljana repica 391,6 kg, soja 364,8 kg i najmanje potrebe je imala pšenica sa 253,7 kg. (Grafikon 7.)

Bilanca hraniva bila je negativna odnosno u manjku u svim odabranim kulturama za fosfor, a u suvišku za kalij (Tablica 1, 2, 3, 4 i 5). To nam ukazuje na nepravilan odabir gnojiva koji model nije mogao uskladiti s potrebama tj. odabrano gnojivo NPK 7:20:30 bilo je nemoguće izbalansirati obzirom na potrebu. Model automatski računa i optimalnu formulaciju za svaki pojedinačni uzorak te poljoprivredni proizvođač pomoću tih informacija može odabrati bolju formulaciju ili pojedinačna gnojiva (P i K) te će tada bilanca za fosfor i kalij biti uvijek 0 (Prilog 1).

Primjena modela za izračun gnojidbenih preporuka omogućava brže i točnije izračunavanje potrebe u gnojidbi. Takav način izračuna je automatiziran te uz osnovne podatke sadrži i niz drugih značajnih dopunskih podataka o tlu. Dopunski podaci koji model čine preciznijim su: prosječna godišnja količina oborina, prosječna godišnja temperatura, navodnjavanje, drenaža, predkultura i njen prinos, dubina obrade, žetveni ostaci, klima, organska gnojidba, nagib, nadmorska visina, ekspozicija, biogenost tla. To su sve vrlo bitne informacije, jer poznavajući njih korigira se proračun za potrebom gnojidbe što bliže stvarnim potrebama usjeva.

Prednosti koje pruža model su čuvanje i ažuriranje podataka, rezultata i preporuka, mogućnost sistematizacije, integraciju s drugim podacima o zemljištu koje pružaju katastar ili Arkod. Također, pruža se efikasnost pretraživanja podataka pri čemu ih možemo sortirati, izdvajati ili grupirati te statistički i geoprostorno analizirati (Slika 8.).



Slika 8. Integracija gnojidbene preporuke u besplatni alat za pregled karata Google Earth (Izvor: Google Earth)

Uzimajući u proračun sve varijable koje se traže za unos podataka, kompjutorski modeli brzo i stručno izračunavaju rezultate prikazane u gnojidbenoj preporuci, čime je sama gnojidbena

preporuka pouzdanija i primjerena mogućem prinosu i to bez štetnog utjecaja na okoliš. Primjenom ovoga principa izračuna gnojidbe na temelju stvarne analize tla smanjuje se greška i povećava ekonomičnost proizvodnje uz smanjenje gnojiva na pojedinim dijelovima parcele. Najznačajnija vrijednost ovakvoga načina izračuna gnojidbe je mogućnost čuvanja svih podataka o tlu u kompjutorskoj bazi te je zbog toga moguć uvid i dugoročno praćenje promjena plodnosti tla i bilanciranja hraniva. (Vukadinović i Bertić, 2013.; Vukadinović i Vukadinović, 2011; Đurđević, 2010).

6. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata dobivenih analizom tla i dodatnih informacija o tlu izračunate su gnojidbene preporuke za 5 usjeva (pšenica ozima, kukuruz, soja, uljana repica i šećerna repa) koristeći napredni model ALRxp.

Dobiveni rezultati modelom prikazali su potrebu svake kulture za količinom pojedinačnih hraniva N, P₂O₅ i K₂O. Potrebe hraniva model automatski preračunava u dozu odabranog gnojiva (NPK kompleksno gnojivo formulacije 7:20:30, UREE-a, i KAN).

Uvidom u rezultate najveće potrebe za NPK gnojivom imala je šećerna repa u iznosu od 476,8 kg ha⁻¹, a najmanje potrebe je imala pšenica sa 253,7 kg ha⁻¹.

Najveća preporučena doza dušika bila je izračunata za kukuruz i iznosila je 132,9 kg ha⁻¹, a najmanja za soju u iznosu od 62 kg ha⁻¹.

Primjenom naprednog modela ALRxp za izračun gnojidbe koji se temelji na analizi tla uvažavaju se svi bitni aspekti suvremene primarne produkcije kao što su:

1. Agroekološki : vodi se računa o plodnosti, odnosno zdravlju tla i potrebama usjeva
2. Ekološki: smanjuje se opasnost od onečišćenja okoliša, posebno podzemnih voda,
3. Ekonomski: zadovoljavaju se potrebe biljaka ovisno o stanju tla i usjeva i plodnosti tla,
4. Tehničko-tehnološki: gnojidba prati agrotehničke norme, odnosno način primjene gnojiva ovisi o njegovoj vrsti, mogućnosti miješanja i kombiniranja organske i mineralne gnojidbe
5. Sociološki: poljoprivredni proizvođač dobiva alat koji sadržava inženjerske metode u proizvodnji hrane.

7. POPIS LITERATURE

Chandak, P. P., Agrawal, A. J. (2017): Smart Farming System Using Data Mining, International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 12: 2788-2791.

Diepen, C.A. van, Wolf, J., H. van Keuten, Rappoldt, C., (1989): WOFOST: a simulation model of crop production, Vol. 5(1): 16-24.

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, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 121: 32-42.

Đurđević, B. (2010): Ekspertni model procjene pogodnosti zemljišta za usjeve, Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Đurđević, B. (2014): Praktikum iz ishrane bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Đurđević, B.; Karalić, K.; Vukadinović, V.; Lončarić, Z. (2007): The expert model for the prediction of N-mineralization dynamics // Proceedings of 16th International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers (CIEC): Mineral versus organic fertilization - Conflict or Synergism?, Belgija : CIEC, Universitet Gent,. 173-178.

Đurđević, Boris; Vukadinović, Vladimir; Bertić, Blaženka; Jug, Irena; Vukadinović, Vesna; Jurišić, Mladen; Dolijanović, Željko; Andrijačić, Martina. (2011): LIMING OF ACID SOILS IN OSIJEK-BARANJA COUNTY. // Journal of Agricultural Sciences. vol. 56, no. 3; 187-195.

Giroux, M. i Tran, T.S. (1989): Effect of Potassium Fertilization and N-K Interaction on Sugar Beet Quality and Yield. Journal of Sugar Beet Research, Vol. 26, no 2.

He, J., Wang, J., He, D., Dong, J., Wang, Y. (2011): The desing and implementation of an integrated optimalfertilization devision support system, Vol. 54: 1167-1174

Hitchcock, R., Kissel, D. (2010): NPK SOIL FERTILIZER CALCULATOR, Agricultural & Environmental Services Laboratories, URL: <http://aesi.ces.uga.edu/soil/fertcalc/> (21.07.2018)

ISO (International Organization for Standardization) 10693 (1995): Soil quality – Determination of carbonate content – Volumetric method.

Jug, D., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B., Stipešević, B., Brozović, B. (2017): Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena. Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Kristek, S., Kristek, A., Evačić, M. (2008): Influence of Nitrogen Fertilization on Sugar Beet Root Yield and Quality, Cereal Research Communications, Vol. 36: 371-374

Loveland, P., Webb, J. (2003) Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. Soil Till. Res., 70: 1–18.

Mahler, R. L., Shafii, B., Pan, W. L., Wysocki, D. (2014) Importance of Soil Fertility, Soil Sampling, and Fertilizer Recommendations in the Inland Pacific Northwest, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 45:22, 2979-2991,

Mihalina, Ž. (2004):Prinos soje u zavisnosti od gnojidbe dušikom i bakterizacije sjemena. Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, NN 56/2008, URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_05_56_1937.html (19.9.2018.)

Sela, G. (2014): SMART! Fertilizer Management Software, URL: www.smart-fertilizer.com (19.7.2018.)

Sriswasdi, W., Luengsrirgaon, S., Lorsuwansiri, N., Wuttildercharoenuang, S., Khuntang, V., Suksaengsri, T., Kawtrakul, A., Seebungkerd, N., Tananon, U., Narkwiboonwong, W., Pusittigul, A. (2008): A Smart Mobilized Fertilizing Expert System: 1-2-3 Personalized Fertilizer, World Conference on Agricultural Information and IT, URL: www.cabi.org/gara/FullTextPDF/2008/20083298083.pdf (19.7.2018.)

Staggenborg, S. A., Carignano, M., Haag, L. (2007): Predicting Soil pH and Buffer pH In Situ with a Real-Time Sensor. Published in Agron. J. 99:854–861.

Thompson, R. B., Morse, D., Kelling, K. A., Lanyon, L. E. (2013): Computer Programs That Calculate Manure Application Rates, *Journal of Production Agriculture*, Vol. 10: 58-69.

Vukadinović, V., (2012): Važnost analize tla, URL: http://www.secerana.com/documents/Znacaj_analize_tla.pdf (16.7.2018.)

Vukadinović, V., Bertić, B. (2013): Filozofija gnojidbe – Sve što treba znati o gnjidbi. Osijek

Vukadinović, V., Bertić, B., Đurđević, B., Vukadinović, V., Jug, I., Kraljićak, Ž. (2011): Analiza pogodnosti zemljišnih resursa Istočne Hrvatske funkcijskim modelom, *POLJOPRIVREDA*, Vol. 17 (1): 64-68.

Vukadinović, V., Lončarić, Z., Teklić T. (1996): The implement of the AL-method in fertilizer recommendations in agriculture. 18th International Conference on Information Technology interfaces, Pula, 313-318.

Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011): Ishrana bilja, Poljoprivrdni fakultet u Osijeku

Wang, J., Dong, J., Wang, Y., He, Y., Changgi, O. (2011): The design of an optimal decision-making algorithm for fertilization, Vol. 54: 1100-1106.

Wienhold, B. J., Andrews, S. S., Karlen, D. L. (2004): Soil quality: a review of the science and experiences in the USA. *Environmental Geochemistry and Health* 26, 89–95.

8. SAŽETAK

U današnje vrijeme trendovi proizvodnje hrane sve više rastu, a dodatna opterećenja za poljoprivrednu proizvodnju predstavlja i kontinuirani rast stanovništva uz sve izraženije klimatske promjene. Trenutno se pokušava poljoprivredna proizvodnja prilagoditi novonastaloj situaciji, a jedan od načina je primjenjivati gnojiva u dozama koje neće negativno utjecati na okoliš i prinos usjeva. Istraživanje se temeljilo na uzorkovanju i kemijskoj analizi tla, a dobiveni podaci korišteni su za izračun optimalne gnojidbe uz pomoć ALRxp modela za pet ratarskih usjeva. Najveće potrebe za NPK gnojivom (7:20:30) imala je šećerna repa u iznosu od 476,8 kg ha⁻¹, a najmanje potrebe je imala pšenica sa 253,7 kg ha⁻¹. Prema preporuci kukuruz je imao najveću prosječnu preporučenu dozu dušikom u iznosu od 132,9 kg ha⁻¹, a najmanju je imala soja sa 62 kg N ha⁻¹. Ovakav način izračuna gnojidbenih preporuka temeljen na stvarnim podacima uvelike može pomoći poljoprivrednim proizvođačima prilikom planiranja proizvodnje kao i kod odabira optimalnog gnojiva za odabrani usjev.

Ključne riječi: ALRxp računalni model, gnojidbena preporuka, pogodnost tla, analiza tla

9. SUMMARY

Nowadays food production trends are growing and additional load for agricultural production presents a continuous growth of population with all the more pronounced climate change. Currently agricultural production is attempting to adapt to a new situation and one way is to apply fertilizer in doses which will not have a negative impact at environment and crops yield. The research was based on sampling and chemical analysis of soil, and obtained data was used for calculation optimal fertilization with ALRxp model for five crops. The greatest need for NPK fertilizer (7:20:30) has sugar beet in the amount of 476.8 kg ha^{-1} , and the smallest need has wheat with 253.7 kg ha^{-1} . According to the recommendation maize has the highest recommended dose of nitrogen in the amount of 132.9 kg ha^{-1} , and the smallest has soybean with 62 kg N ha^{-1} . This way of calculating fertilization recommendations based on real data can help agricultural producers when planning production as well with selection optimal fertilizer for selected crops.

Key words: ALRxp computer model, fertilization recommendation, soil suitability, soil analysis

10. PRILOZI

Prilog 1. Primjeri gnojidbenih preporuka za usjeve

Zavod za kemiju, biologiju i fiziku tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku Gnojidbena preporuka na temelju analize tla

Podaci i kemijska analiza tla Lab. broj: [2910] -			
Adresa:	nn		
Parcela:	Gajic_psen	Geopozicija:	duljina = 18.90912 E; širina = 45.39832 N
Usjev:	Pšenica ozima	RP%:	61.59% (vrlo pogodno)
Plan. prinos:	8 t/ha	Površina:	1.3 ha
Predusjev:	Suncokret	Žet. ostaci:	3 t/ha
Stajnjak:	0 t/ha	God. prim. staj.:	bez org. gnoja
Rezultati agrokemijske analize tla			
pH_{KCL}	5.24	pH_{HOH}	6.65
Humus %:	2.13	AL-P₂O₅	10.8 mg/100g
AL-K₂O	20.41 mg/100g	KIK:	13.01* cmol(+) \cdot kg ⁻¹
Hy:	1.97 cmol(+) \cdot kg ⁻¹	*	<i>približno izračunata vrijednost</i>
Preporuka gnojidbe - Poljoprivredni fakultet, KBF			
Mineralno gnojivo:	7:20:30	Potreba NPK:	84:122:0 (kg/ha)
Preporuka NPK:	305 (7:20:30 kg/ha)	Idealni omjer:	5:13:0 (NPK)
Urea:	41 (19 N kg/ha)	KAN:	162 (44 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 : 61- : 91+ (Nije izbalancirano!)		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 85%	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:	122* (kg N/ha/god.)	N-deficit:	14.4 kg N/ha ili 31.3 kg uree/ha
Približna potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)			
Kukuruz:	191:134:175 za 9.24 t/ha	Šećerna repa:	170:100:250 za 55.43 t/ha
Soja:	132:117:161 za 3.7 t/ha	Suncokret:	106:98:160 za 3.39 t/ha
Ječam ozimi:	91:67:115 za 5.54 t/ha	Uljana repica:	98:115:152 za 3.39 t/ha
Gnojidbene doze mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga! Kompjutorski program: <i>Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović</i>			

U Osijeku 12.07.2018. god.

PORUKE I SAVJETI: [2910]

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 (6 do 9 N kg/ha) za ozime, ovisno o biogenosti tla!
07. Neuravnotežena je bilanca hraniva i potrebe usjeve! Aktivna tvar odstupa za 152 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 (2.13%) je dobar.
16. pH reakcija tla je jako kisela (pH-KCl = 5.01-5.50)
17. Na kiselim tlima, lakše tekture, moguć je nedostatak mikroelemenata!
19. Razmotrite pažljivo potrebu kalcijacije (0-30 cm za usjeve)!
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-NO₃ je slabo pa je više N predviđeno u osnovnoj gnojidbi.
26. Doza gnojidbe je niska. Tlo s manjim ograničenjima plodnosti!
28. Ukupna potreba N = 167 kg/ha - (30 akt. humus + 36 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 P₂O₅ = 85 kg/ha (+37 korek.: pH, uređ., humat efekt i obradu.)
Biljke najviše zahtijevaju P u fazi izgradnje korijenovog sustava i još više na prijelazu iz vegetacijske u reproduktivnu (oplodnja) fazu razvoja.
Nedostatak fosfora čest je na vrlo kiselim, ali i u lužnatim, karbonatnim te slanim tlima!
35. Tlo je nedovoljno raspoloživo fosforom! Dozu P možete povećati do 50%.
36. Ukupna potreba K₂O = 106 kg/ha (-106 korek.: K-fiksaciju, obradu i uređ.)
Biljke najviše trebaju K u intenzivnoj izgradnji lisne mase (brz vegetacijski rast) i u reproduktivnoj 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 srednje opskrbljenosti kalijom. Držite se preporučene K-doze.
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 zahtijevaju 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 štetočinje 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-P₂O₅, AL-K₂O, 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. Izošenje 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_{xp} v12.00; *Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović*©
U Osijeku 12.07.2018. god.

Zavod za kemiju, biologiju i fiziku tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku
Gnojdbena preporuka na temelju analize tla

Podaci i kemijska analiza tla			
Lab. broj: [2910] -			
Adresa:	nn		
Parcela:	Gajic_kuk	Geopozicija:	duljina = 18.90912 E; širina = 45.39832 N
Usjev:	Kukuruz	RP%:	61.59% (vrlo pogodno)
Plan. prinos:	12 t/ha	Površina:	1.3 ha
Predusjev:	Suncokret	Žet. ostaci:	3 t/ha
Stajnjak:	0 t/ha	God. prim. staj.:	bez org. gnoja
Rezultati agrokemijske analize tla			
pH_{KCL}	5.24	pH_{HOH}	6.65
Humus %:	2.13	AL-P₂O₅	10.8 mg/100g
AL-K₂O	20.41 mg/100g	KIK:	13.01* cmol(+)*kg ⁻¹
Hy:	1.97 cmol(+)*kg ⁻¹	*	<i>približno izračunata vrijednost</i>
Preporuka gnojidbe - Poljoprivredni fakultet, KBF			
Mineralno gnojivo:	7:20:30	Potreba NPK:	135:150:76 (kg/ha)
Preporuka NPK:	502 (7:20:30 kg/ha)	Idealni omjer:	7:14:7 (NPK)
Urea:	65 (30 N kg/ha)	KAN:	259 (70 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 : 50- : 75+ (Nije izbalancirano!)		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 85%	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:	122* (kg N/ha/god.)	N-deficit:	14.4 kg N/ha ili 31.3 kg uree/ha
Približna potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)			
Ozima pšenica:	122:99:113 za 5.85 t/ha	Šećerna repa:	170:100:250 za 55.43 t/ha
Soja:	132:117:161 za 3.7 t/ha	Suncokret:	106:98:160 za 3.39 t/ha
Ječam ozimi:	91:67:115 za 5.54 t/ha	Uljana repica:	98:115:152 za 3.39 t/ha
Gnojdbene doze mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga! Kompjutorski program: Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović			

U Osijeku 12.07.2018. god.

PORUKE I SAVJETI: [2910]

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!
 Gnojdba 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 (6 do 9 N kg/ha) za ozime, ovisno o biogenosti tla!
07. Neuravnotežena je bilanca hraniva i potrebe usjeve! Aktivna tvar odstupa za 125 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 (2.13%) je dobar.
16. pH reakcija tla je jako kisela (pH-KCl = 5.01-5.50)
17. Na kiselim tlima, lakše teksture, moguć je nedostatak mikroelemenata!
19. Razmotrite pažljivo potrebu kalcizacije (0-30 cm za usjeve)!
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-NO₃ je slabo pa je više N predviđeno u osnovnoj gnojidbi.
26. Intenzitet gnojidbe je osrednji.
28. Ukupna potreba N = 228 kg/ha - (30 akt. humus + 36 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 P₂O₅ = 110 kg/ha (+40 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 nedovoljno raspoloživosti fosforom! Dozu P možete povećati do 50%.
36. Ukupna potreba K₂O = 183 kg/ha (-107 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 srednje opskrbljenosti kalijom. Držite se preporučene K-doze.
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 redoslijedom) nema prinosa!
 Usjevi zahtijevaju 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-P₂O₅, AL-K₂O, 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_{xp} v12.00; *Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović*©
U Osijeku 12.07.2018. god.

Zavod za kemiju, biologiju i fiziku tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku
Gnojdbena preporuka na temelju analize tla

Podaci i kemijska analiza tla			
Lab. broj: [2910] -			
Adresa:	nn		
Parcela:	Gajic_soja	Geopozicija:	duljina = 18.90912 E; širina = 45.39832 N
Usjev:	Soja (bakterizirana)	RP%:	61.59% (vrlo pogodno)
Plan. prinos:	4 t/ha	Površina:	1.3 ha
Predusjev:	Suncokret	Žet. ostaci:	3 t/ha
Stajnjak:	0 t/ha	God. prim. staj.:	bez org. gnoja
Rezultati agrokemijske analize tla			
pH_{KCL}	5.24	pH_{HOH}	6.65
Humus %:	2.13	AL-P₂O₅	10.8 mg/100g
AL-K₂O	20.41 mg/100g	KIK:	13.01* cmol(+)-kg ⁻¹
Hy:	1.97 cmol(+)-kg ⁻¹	*	<i>približno izračunata vrijednost</i>
Preporuka gnojidbe - Poljoprivredni fakultet, KBF			
Mineralno gnojivo:	7:20:30	Potreba NPK:	62:138:61 (kg/ha)
Preporuka NPK:	447 (7:20:30 kg/ha)	Idealni omjer:	5:20:9 (NPK)
Urea:	0 (0 N kg/ha)	KAN:	80 (22 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:	9- : 49- : 73+ (Nije izbalancirano!)		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 85%	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:	122* (kg N/ha/god.)	N-deficit:	14.4 kg N/ha ili 31.3 kg uree/ha
Približna potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)			
Ozima pšenica:	122:99:113 za 5.85 t/ha	Ječam ozimi:	91:67:115 za 5.54 t/ha
Šećerna repa:	170:100:250 za 55.43 t/ha	Suncokret:	106:98:160 za 3.39 t/ha
Kukuruz:	191:134:175 za 9.24 t/ha	Uljana repica:	98:115:152 za 3.39 t/ha
Gnojdbene doze mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga! Kompjutorski program: Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović			

U Osijeku 12.07.2018. god.

PORUKE I SAVJETI: [2910]

01. Pravilna i pravovremena gnojdbena preporuka može se odrediti samo na temelju analize tla i drugih podataka o tlu!
 Gnojdbena preporuka mora osigurati potrebe usjeva za hranivima uz održanje ili povećanje plodnosti tla!
 Nipošto nemojte primjenjivati mineralnu ili organsku gnojdbenu preporuku, niti mjere popravke tla 'napamet'!

- Svaka improvizacija najčešće rezultira smanjivanjem prinosa i kvalitete plodova, odnosno zarade!
 Gnojdba 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 (6 do 9 N kg/ha) za ozime, ovisno o biogenosti tla!
07. Neuravnotežena je bilanca hraniva i potrebe usjeve! Aktivna tvar odstupa za 131 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.
08. Gnojdbu dušikom nije moguće pravilno podesiti!
- a) Formulacija kompleksnog gnojiva je pogrešna, ili je
 - b) intenzivna org. gnojdba uz pogrešnu formulaciju kompl. gnojiva!
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 (2.13%) je dobar.
16. pH reakcija tla je jako kisela (pH-KCl = 5.01-5.50)
17. Na kiselim tlima, lakše teksture, moguć je nedostatak mikroelemenata!
18. Na kiselim tlima leguminoze slabo uspijevaju, a bakterizacija soje je bez efekta!
19. Razmotrite pažljivo potrebu kalcijacije (0-30 cm za usjeve)!
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-NO₃ je slabo pa je više N predviđeno u osnovnoj gnojdbi.
26. Doza gnojdbje je niska. Tlo s manjim ograničenjima plodnosti!
28. Ukupna potreba N = 208 kg/ha - (30 akt. humus + 36 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 P₂O₅ = 95 kg/ha (+43 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 nedovoljno raspoloživosti fosforom! Dozu P možete povećati do 50%.
36. Ukupna potreba K₂O = 164 kg/ha (-103 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 srednje opskrbljenosti kalijom. Držite se preporučene K-doze.
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 zahtijevaju 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 štetočinje 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-P₂O₅, AL-K₂O, 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. Iznosjenje hraniva je dinamička veličina logističkog tipa, a ovisi u prvoj godini o mogućoj visini prinosa, a u sljedećoj godini o visini prinosa sukladno relativnoj pogodnosti analiziranog tla.

Kompjutorski program: ALR_{xp} v12.00; Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović[©]
U Osijeku 12.07.2018. god.

Zavod za kemiju, biologiju i fiziku tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku
Gnojdbena preporuka na temelju analize tla

Podaci i kemijska analiza tla			
Lab. broj: [2910] -			
Adresa:	nn		
Parcela:	Gajic_urep	Geopozicija:	duljina = 18.90912 E; širina = 45.39832 N
Usjev:	Uljana repica	RP%:	61.59% (vrlo pogodno)
Plan. prinos:	4 t/ha	Površina:	1.3 ha
Predusjev:	Suncokret	Žet. ostaci:	3 t/ha
Stajnjak:	0 t/ha	God. prim. staj.:	bez org. gnoja
Rezultati agrokemijske analize tla			
pH_{KCL}	5.24	pH_{HOH}	6.65
Humus %:	2.13	AL-P₂O₅	10.8 mg/100g
AL-K₂O	20.41 mg/100g	KIK:	13.01* cmol(+)-kg ⁻¹
Hy:	1.97 cmol(+)-kg ⁻¹	*	<i>približno izračunata vrijednost</i>
Preporuka gnojidbe - Poljoprivredni fakultet, KBF			
Mineralno gnojivo:	7:20:30	Potreba NPK:	74:150:69 (kg/ha)
Preporuka NPK:	490 (7:20:30 kg/ha)	Idealni omjer:	5:18:8 (NPK)
Urea:	26 (12 N kg/ha)	KAN:	103 (28 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 : 52- : 78+ (Nije izbalancirano!)		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 85%	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:	122* (kg N/ha/god.)	N-deficit:	14.4 kg N/ha ili 31.3 kg uree/ha
Približna potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)			
Ozima pšenica:	122:99:113 za 5.85 t/ha	Ječam ozimi:	91:67:115 za 5.54 t/ha
Šećerna repa:	170:100:250 za 55.43 t/ha	Soja:	132:117:161 za 3.7 t/ha
Kukuruz:	191:134:175 za 9.24 t/ha	Suncokret:	106:98:160 za 3.39 t/ha
Gnojdbene doze mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga! Kompjutorski program: Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović			

U Osijeku 12.07.2018. god.

PORUKE I SAVJETI: [2910]

01. Pravilna i pravovremena gnojdbena preporuka može se odrediti samo na temelju analize tla i drugih podataka o tlu!
 Gnojdbena preporuka mora osigurati potrebe usjeva za hranivima uz održanje ili povećanje plodnosti tla!
 Nipošto nemojte primjenjivati mineralnu ili organsku gnojdbenu preporuku, niti mjere popravke tla 'napamet'!

- Svaka improvizacija najčešće rezultira smanjivanjem prinosa i kvalitete plodova, odnosno zarade!
 Gnojdba 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 (6 do 9 N kg/ha) za ozime, ovisno o biogenosti tla!
 07. Neuravnotežena je bilanca hraniva i potrebe usjeve! Aktivna tvar odstupa za 130 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 (2.13%) je dobar.
 16. pH reakcija tla je jako kisela (pH-KCl = 5.01-5.50)
 17. Na kiselim tlima, lakše teksture, moguć je nedostatak mikroelemenata!
 19. Razmotrite pažljivo potrebu kalcijacije (0-30 cm za usjeve)!
 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-NO₃ je slabo pa je više N predviđeno u osnovnoj gnojidbi.
 26. Doza gnojidbe je niska. Tlo s manjim ograničenjima plodnosti!
 28. Ukupna potreba N = 156 kg/ha - (30 akt. humus + 36 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 P₂O₅ = 104 kg/ha (+46 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 nedovoljno raspoloživosti fosforom! Dozu P možete povećati do 50%.
 36. Ukupna potreba K₂O = 173 kg/ha (-104 korek.: K-fiksaciju, obradu i uređ.)
 Biljke najviše trebaju K u intenzivnoj izgradnji lisne mase (brz vegetacijski rast) i u reprodukcijiskoj 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 srednje opskrbljenosti kalijom. Držite se preporučene K-doze.
 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 zahtijevaju 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. gnojju,
 - 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-P₂O₅, AL-K₂O, 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_{xp} v12.00; *Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović*©
U Osijeku 12.07.2018. god.

Zavod za kemiju, biologiju i fiziku tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku
Gnojdbena preporuka na temelju analize tla

Podaci i kemijska analiza tla			
Lab. broj: [2910] -			
Adresa:	nn		
Parcela:	Gajic_sec	Geopozicija:	duljina = 18.90912 E; širina = 45.39832 N
Usjev:	Šećerna repa	RP%:	61.59% (vrlo pogodno)
Plan. prinos:	80 t/ha	Površina:	1.3 ha
Predusjev:	Suncokret	Žet. ostaci:	3 t/ha
Stajnjak:	0 t/ha	God. prim. staj.:	bez org. gnoja
Rezultati agrokemijske analize tla			
pH_{KCL}	5.24	pH_{HOH}	6.65
Humus %:	2.13	AL-P₂O₅	10.8 mg/100g
AL-K₂O	20.41 mg/100g	KIK:	13.01* cmol(+) \cdot kg ⁻¹
Hy:	1.97 cmol(+) \cdot kg ⁻¹	*	<i>približno izračunata vrijednost</i>
Preporuka gnojidbe - Poljoprivredni fakultet, KBF			
Mineralno gnojivo:	7:20:30	Potreba NPK:	118:111:162 (kg/ha)
Preporuka NPK:	548 (7:20:30 kg/ha)	Idealni omjer:	7:12:17 (NPK)
Urea:	52 (24 N kg/ha)	KAN:	206 (56 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 : 1- : 2+ (Bilanca OK!)		
Kalcizacija:	Saturacija bazama = 85%	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:	122* (kg N/ha/god.)	N-deficit:	14.4 kg N/ha ili 31.3 kg uree/ha
Približna potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)			
Ozima pšenica:	122:99:113 za 5.85 t/ha	Ječam ozimi:	91:67:115 za 5.54 t/ha
Soja:	132:117:161 za 3.7 t/ha	Suncokret:	106:98:160 za 3.39 t/ha
Kukuruz:	191:134:175 za 9.24 t/ha	Uljana repica:	98:115:152 za 3.39 t/ha
Gnojdbene doze mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga! Kompjutorski program: Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović			

U Osijeku 12.07.2018. god.

PORUKE I SAVJETI: [2910]

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 dodati N za mineralizaciju žet. ostataka (sužavanje C/N omjera) nije obračunat te ga odbijte u potpunosti od preporuke za proljetne usjeve, a samo dijelom (6 do 9 N kg/ha) za ozime, ovisno o biogenosti tla!
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 (2.13%) je dobar.
16. pH reakcija tla je jako kisela (pH-KCl = 5.01-5.50)
17. Na kiselim tlima, lakše teksture, moguć je nedostatak mikroelemenata!
18. Šećerna repa slabo napreduje na kiselim tlima!
19. Razmotrite pažljivo potrebu kalcijacije (0-30 cm za usjeve)!
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-NO₃ je slabo pa je više N predviđeno u osnovnoj gnojidbi.
26. Intenzitet gnojidbe je osrednji.
28. Ukupna potreba N = 208 kg/ha - (30 akt. humus + 36 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 P₂O₅ = 78 kg/ha (+33 korek.: pH, uređ., humat efekt i obradu.)
 Biljke najviše zahtijevaju P u fazi izgradnje korijenovog sustava i još više na prijelazu iz vegetacijske u reprodukcijsku (oplodnja) fazu razvoja.
 Nedostatak fosfora čest je na vrlo kiselim, ali i u lužnatim, karbonatnim te slanim tlima!
35. Tlo je nedovoljno raspoloživo fosforom! Dozu P možete povećati do 50%.
36. Ukupna potreba K₂O = 286 kg/ha (-124 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 srednje opskrbljenosti kalijom. Držite se preporučene K-doze.
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 zahtijevaju 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 štetočinje 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. gnojivu,
 - e) Prosječnoj god. temperaturi tla i količini 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-P₂O₅, AL-K₂O,

- 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. Izošenje hraniva je dinamička veličina logističkog tipa, a ovisi u prvoj godini o mogućoj visini prinosa, a u sljedećoj godini o visini prinosa sukladno relativnoj pogodnosti analiziranog tla.

Kompjutorski program: ALR_{xp} v12.00; Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović[©]
U Osijeku 12.07.2018. god.

Prilog 2. Rezultati laboratorijske analize tla

Br. uzorka	pH-KCl	pH-HOH	Hy meqH 100g ⁻¹	CaCO ₃ %	Organska tvar %	AL-P ₂ O ₅ mg 100g ⁻¹	AL-K ₂ O mg 100g ⁻¹
1.	4,42	5,80	3,81	0,00	2,13	7,80	18,46
2.	4,61	5,81	3,68	0,00	2,17	10,00	19,41
3.	4,48	5,91	3,85	0,00	2,18	10,80	21,92
4.	5,24	6,65	1,97	0,00	2,13	10,80	20,41
5.	5,48	6,92	2,66	3,45	2,26	12,20	20,58
6.	6,71	7,65	0,00	1,73	2,29	23,80	20,40
7.	5,02	6,61	2,63	0,00	2,13	9,10	19,99
8.	4,98	6,59	2,80	0,00	2,18	15,40	22,72
9.	6,70	7,71	0,00	4,10	2,38	23,80	21,99
10.	6,77	7,86	0,00	3,02	2,45	43,30	28,50
Prosjek	5,44	6,75	2,14	1,23	2,23	16,70	21,44
Sd	0,95	0,78	1,59	1,69	0,11	10,96	2,79
Kv%	17,38	11,62	74,37	137,38	5,05	65,65	13,01
min	4,42	5,80	0,00	0,00	2,13	7,80	18,46
max	6,77	7,86	3,85	4,10	2,45	43,30	28,50

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za ozimu pšenicu, str. 19,

Tablica 2. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za kukuruz, str. 19,

Tablica 3. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za soju, str. 20,

Tablica 4. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za uljanu repicu, str. 21,

Tablica 5. Izlazna baza ALRxp računalnog modela za šećernu repu, str. 22.

12. POPIS SLIKA

Slika 1. Arkod parcela Gajić, str. 6,

Slika 2. Uzorkovanje tla pomoću ašova, str. 6,

Slika 3. Priručna shema polja sa referentnim točkama, str. 7,

Slika 4. Sušenje uzoraka tla, str. 8,

Slika 5. Informacije o tlu, str. 11,

Slika 6. Shematski prikaz rada ALR xp modela za izračun gnojidbenih preporuka, str. 12,

Slika 7. ALRxp ekspertni kalkulator, str. 23,

Slika 8. Integracija gnojidbene preporuke u besplatni alat za pregled karata Google Earth, str. 25.

13. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Reakcija tla analiziranih uzoraka, str. 13,

Grafikon 2. Postotak organske tvari u uzorcima, str. 14,

Grafikon 3. Vrijednosti lakopristupačnog fosfora u uzorcima (mg 100g tla), str. 15,

Grafikon 4. Vrijednosti lakopristupačnog kalija u uzorcima (mg 100g tla) , str. 16,

Grafikon 5. Vrijednosti sadržaja karbonata , str. 17,

Grafikon 6. Vrijednosti hidrolitičke kiselosti uzorkovnog tla ($\text{cmol}^{(+)} \cdot \text{kg}^{-1}$ tla), str. 18,

Grafikon 7. Vrijednost potrebne količine gnojiva za 5 različitih poljoprivrednih kultura, str. 22.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

PRIMJENA ALRxp RAČUNALNOG MODELA ZA IZRAČUN GNOJIDBENIH PREPORUKA U BILJNOJ PROIZVODNJI

Uroš Štula

Sažetak: U današnje vrijeme trendovi proizvodnje hrane sve više rastu, a dodatna opterećenja za poljoprivrednu proizvodnju predstavlja i kontinuirani rast stanovništva uz sve izraženije klimatske promjene. Trenutno se pokušava poljoprivredna proizvodnja prilagoditi novonastaloj situaciji, a jedan od načina je primjenjivati gnojiva u dozama koje neće negativno utjecati na okoliš i prinos usjeva. Istraživanje se temeljilo na uzorkovanju i kemijskoj analizi tla, a dobiveni podaci korišteni su za izračun optimalne gnojidbe uz pomoć ALRxp modela za pet ratarskih usjeva. Najveće potrebe za NPK gnojivom (7:20:30) imala je šećerna repa u iznosu od 476,8 kg ha⁻¹, a najmanje potrebe je imala pšenica sa 253,7 kg ha⁻¹. Prema preporuci kukuruz je imao najveću prosječnu preporučenu dozu dušikom u iznosu od 132,9 kg ha⁻¹, a najmanju je imala soja sa 62 kg N ha⁻¹. Ovakav način izračuna gnojidbenih preporuka temeljen na stvarnim podacima uvelike može pomoći poljoprivrednim proizvođačima prilikom planiranja proizvodnje kao i kod odabira optimalnog gnojiva za odabrani usjev.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: izv. prof. dr.sc. Boris Đurđević

Broj stranica: 32

Broj grafikona i slika: 15

Broj tablica: 5

Broj literaturnih navoda: 28

Broj priloga: 2

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: ALRxp računalni model, gnojidbena preporuka, pogodnost tla, analiza tla

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. red. prof. dr. sc. Irena Jug, predsjednik

2. izv. prof. dr.sc. Boris Đurđević., mentor

3. red. prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies, course Plant production

Graduate thesis

Application of ALRxp computer model for fertilizer recommendation calculation in plant production

Uroš Štula

Abstract: Nowadays food production trends are growing and additional load for agricultural production presents a continuous growth of population with all the more pronounced climate change. Currently agricultural production is attempting to adapt to a new situation and one way is to apply fertilizer in doses which will not have a negative impact at environment and crops yield. The research was based on sampling and chemical analysis of soil, and obtained data was used for calculation optimal fertilization with ALRxp model for five crops. The greatest need for NPK fertilizer (7:20:30) has sugar beet in the amount of 476.8 kg ha⁻¹, and the smallest need has wheat with 253.7 kg ha⁻¹. According to the recommendation maize has the highest recommended dose of nitrogen in the amount of 132.9 kg ha⁻¹, and the smallest has soybean with 62 kg N ha⁻¹. This way of calculating fertilization recommendations based on real data can help agricultural producers when planning production as well with selection optimal fertilizer for selected crops.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: izv. prof. dr.sc. Boris Đurđević

Number of pages: 32

Number of figures: 15

Number of tables: 5

Number of references: 28

Number of appendices: 2

Original in: Croatian

Key words: ALRxp computer model, fertilization recommendation, soil suitability, soil analysis

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. Full professor Irena Jug, chairman
- 2 Associate professor Boris Đurđević., mentor
3. Full professor Vesna Vukadinović, meber

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.