

# Utjecaj produktivnosti tla na proizvodnju batata u Virovitičko - podravskoj županiji

---

Crnković, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:323338>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-22**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

**Ivan Crnković**, absolvent

Diplomski studij Ishrana bilja i tloznanstvo

**UTJECAJ PRODUKTIVNOSTI TLA NA PROIZVODNJU BATATA U  
VIROVITIČKO - PODRAVSKOJ ŽUPANIJI**

Diplomski rad

**Osijek, 2017.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

**Ivan Crnković**, absolvent

Diplomski studij Ishrana bilja i tloznanstvo

**UTJECAJ PRODUKTIVNOSTI TLA NA PROIZVODNJU BATATA U  
VIROVITIČKO - PODRAVSKOJ ŽUPANIJI**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu rada:

1. prof. dr. sc. Nada Parađiković, predsjednik
2. izv.prof. dr. sc. Brigita Popović, mentor
3. doc. dr. sc. Tomislav Vinković, član

**Osijek, 2017.**

## SADRŽAJ

<b>1.</b>	
<b>UVOD.....</b>	<b>1</b>
1. Cilj istraživanja.....	2
<b>2.PREGLED LITERATURE.....</b>	<b>3</b>
2.1. Zahtjevi prema klimatskim uvjetima i tlu.....	3
2.2. Obrada tla.....	4
2.3. Gnojidba.....	4
2.4. Sadnja.....	5
2.5. Njega.....	5
2.6. Bolesti i štetnici.....	5
2.7. Vađenje i skladištenje.....	5
2.8. Razmnožavanje batata.....	6
<b>3. MATERIJAL I METODE RADA.....</b>	<b>8</b>
3.1. Izbor i priprema uzoraka tla.....	8
3.2. Agrokemijski pokazatelji svojstava tla.....	10
3.2.1. Određivanje pH reakcije tla u vodi i otopini KCl.....	10
3.2.2. Određivanje hidrolitičke kiselosti tla.....	11
3.2.3. Određivanje sadržaja humusa u tlu bikromatnom metodom.....	12
3.2.4. Određivanje pristupačnog fosfora i kalija AL- metodom.....	13
3.2.5. Određivanje fosfora.....	14
3.2.6. Određivanje kalija.....	14

<b>4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>16</b>
4.1. Agrokemijska svojstva tla.....	16
4.2. Izračun preporuka gnojidbe.....	19
4.3. Preporuka gnojidbe za batat.....	21
<b>5. RASPRAVA.....</b>	<b>25</b>
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>27</b>
<b>7. POPIS LITERATURE.....</b>	<b>28</b>
<b>8. SAŽETAK.....</b>	<b>30</b>
<b>9. SUMMARY.....</b>	<b>31</b>
<b>10. POPIS TABLICA.....</b>	<b>32</b>
<b>11. POPIS SLIKA.....</b>	<b>33</b>
<b>12. POPIS GRAFIKONA.....</b>	<b>34</b>

**Temeljna dokumentacijska kartica**

**Basic documentation card**

## 1. Uvod

Batat (lat. *Ipomoea batatas* L.) ili slatki krumpir (eng. *Sweet potato*), kako ga mnogi često nazivaju, je višegodišnja povrtna kultura koja je podrijetlom iz Južne Amerike. Iako ga ljudi nazivaju „slatkim krumpirom“, batat nema nikakve veze s krumpirom. Naime, batat pripada u botaničku porodicu slakova (*Convolvulaceae*), dok krumpir (*Solanum tuberosum*) pripada porodici *Solanaceae*.

Procjenjuje se da se batat uzgaja već više od 8000 godina, a tek oko 1600. godine donijet je u Španjolsku te se njegov uzgoj proširio u ostalim zemljama Europe (*Woolfe, 1992.*). U Hrvatskoj je batat još uvijek dosta nepoznata povrtna kultura iako ima nekoliko komercijalnih proizvođača. No, zanimanje za ovu kulturu raste od strane novih potencijalnih proizvođača, ali i krajnjih potrošača. Zbog izuzetnih hranidbenih i ljekovitih svojstava te isplativoj komercijalnog proizvodnji, ljudi se sve češće okreću proizvodnji i konzumaciji batata. Ukupna proizvodnja u svijetu 2013. godine iznosila je oko 110 milijuna tona batata na otprilike 8 milijuna hektara što je u prosjeku 13,7 t/ha (*Faostat, 2013.*).

Korijen batata može imati bijelu, žutu, narančastu i crvenu boju. Osim korijena, u kulinarstvu se koriste mladi listovi i vršci biljke. Batat je visokokvalitetna energetska namirnica koja sadrži mnogo škroba, vitamina i minerala te vrlo malo masti. Zbog svojih naglašenih ljekovitih svojstava tražen je i u farmaceutskoj industriji za izradu dijetetskih proizvoda. Korijen, listovi i vriježe mogu se koristiti i u ishrani domaćih životinja. U našim uvjetima uzgaja se iz presadnica na otvorenom kada prestane opasnost od proljetnih mrazeva. Sadnja batata u mediteranskom dijelu Hrvatske obavlja se sredinom travnja, dok u kontinentalnom dijelu sadnja je sredinom svibnja. Ovisno o sorti, vremenu sadnje i klimatskim uvjetima vadi se od kolovoza do listopada, odnosno, kada korijen dostigne tržišnu veličinu (150 g). Jedna biljka daje do tri kilograma korijena, a prinos u komercijalnoj proizvodnji može biti od 20 do 50 t/ha. Nakon višegodišnjih istraživanja koja su obavljena u Hrvatskoj utvrđene su pogodne lokacije za uzgoj batata na području Međimurja, Podravine, istočne i zapadne Slavonije, Prigorja, Moslavine te Istre i Dalmacije.

Hrvatska poljoprivreda je najveći korisnik državnog teritorija jer zauzima 56,7 % od ukupnog prostora Republike Hrvatske. Ukupna kopnena površina Hrvatske iznosi 5,662.031 ha, a površina poljoprivrednog zemljišta iznosi 3,212.816 ha. Agroekološko vrednovanje agrosfere Hrvatske za potrebe poljoprivrede naziva se regionalizacija poljoprivrede te se na taj način

izdvajaju poljoprivredne regije koje imaju podjednake klimatske prilike i tlo. U Hrvatskoj se jasno razlikuju tri poljoprivredne regije: Panonska, Gorska i Jadranska. Panonska regija ima ukupno 1,090.559 hektara oranica te je prema svim pokazateljima najvažnija i najveća poljoprivredna regija Hrvatske. (Bašić, 2014.).

Prva komercijalna proizvodnja batata u Hrvatskoj pokrenuta je 2005. na poljoprivredno-turističkom imanju PZ Ergela Višnjica.

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi agrokemijska svojstva tla na području Virovitičko-podravске županije i procijeniti produktivnost te pogodnost tala za uzgoj batata na tom području.

## **2. Pregled literature**

Batat je višegodišnja zeljasta biljka u tropskom području, a u poljoprivrednoj proizvodnji se uzgaja kao jednogodišnja kultura. iz tropskih krajeva su ga vjerojatno donijeli pomorci, a u Europu je došao najprije u Španjolsku te kasnije sredinom 18. stoljeća u Francusku. Danas ga najviše proizvodi Kina, a masovno troši Europa (*Novak, 2014.*).

Pripada porodici slakova. Prema rastu vriježa batata razlikujemo biljke uspravnog, poluuspravnog rasta te biljke kratkih i dugačkih puzećih vriježa. Dužina i raspored internodija cilindrične stabljike (vriježe) batata ovisi o količini vode, hranjiva u tlu i uzgajanoj sorti pa tako stabljika može biti duga od 60 centimetara do 6 metara. Boja stabljike varira od zelene do ljubičaste, dok boja listova može biti zeleno žuta, zelena ili ljubičasta različitog oblika i veličine što ovisi o uzgajanoj sorti. Listovi batata mogu biti zaobljenog, bubrežastog, srcolikog, trokutastog, kopljastog oblika te različito podijeljeni (*Huaman, 1992.*).

O sorti i uvjetima uzgoja ovisi cvatnja i boja cvjetova batata. Pa tako postoje sorte s vrlo malo cvjetova i sorte koje obilno cvatu svijetlo ljubičastim do tamno ljubičastim cvjetovima. Korjenov sustav se sastoji od vlaknastog korijenja koje služi za usvajanje hranjiva i vode te od lateralnih zadebljanih mesnatih korjenova koji služe za skladištenje produkata fotosinteze. Često se zadebljali mesnati korjenovi pogrešno nazivaju gomoljima. Oblici korjenova variraju pa tako mogu biti okrugli, okruglo-eliptični, ovalni, dugoljasti, dugoljasto-eliptični. Pokožica zadebljanih korjenova i meso mogu biti bijele, žućkaste, žute, narančaste, ružičaste, ljubičaste boje. (*Gospodarski list, 15.4.2010*)

Ukupna proizvodna površina u RH u 2014. godini pod batatom iznosi oko 50 ha, otkupna cijena po kilogramu komercijalne vrijednosti iznosi 4-5 kn/kg, a komercijalna vrijednost korijena je od 150 do 180 grama. U 2014. godini proizvedeno je oko milijun presadnica batata u RH (*Novak, Poljoprivredni portal - Agroklub, 2014.*).

### **2.1. Zahtjevi prema klimatskim uvjetima i tlu**

Batat se uzgaja na različitim tlima, iako mu najviše odgovara dobro drenirano, srednje teško tlo, pH vrijednosti 4,5-6,5 (*Woolfe, 1992.*).

Najbolje prinose daje na glinasto-pjeskovitim tlima, slabije opskrbljenom humusnom komponentom (*Parađiković i sur., 2014.*).



Batat je osjetljiv na mraz pa su tako za njegov uzgoj potrebna 3-4 mjeseca bez mraza (*Bušić, www.savjetodavna.hr*)

Najviši prinosi su ostvareni kada je temperatura tijekom dana iznosila 25-30°C jer se tada pospešuje vegetativni razvoj. Korijen se razvija pri temperaturi od 20 do 30 °C (*Youg, 1962.*).

Biljka je osjetljiva na sušno razdoblje tijekom rasta i razvoja korijena i to 50-60 dana nakon sadnje kao i na tlo s previše vode koje može dovesti do smanjenja rasta i truljenja korijena. Prosjek godišnjih oborina od 750-1000 mm smatra se najprikladnijim s minimalno 500 mm oborina u vrijeme vegetacije (*Chen i sur., 2006.*).

Vlažnost je jedan od najvažnijih čimbenika pri uzgoju batata. Sadržaj vode lista treba biti 86 %, stabljike 88,4 % i korijena 70,6 % (*Carballo, 1979.*).

Batat se može uzgajati i na manje plodnim tj. siromašnijim tlima uz dodatak prihrane. Batat je osjetljiv na aluminij jer toksično djeluje na biljku te šest tjedana nakon sadnje može doći do uvenuća biljaka ako tlo nije bogato vapnom (*Woolfe, 1992.*).

## **2.2. Obrada tla**

U jesenskom razdoblju potrebno je napraviti osnovnu obradu tla oranjem na dubinu do 40 cm. U proljeće, kada vremenski uvjeti i stanje tla dopuste, treba zatvoriti brazdu kako bi se spriječila evaporacija tla i na taj način sačuvala vlaga koja je jako potrebna u vegetaciji. Nakon zatvaranja brazde, a prije sadnje potrebno je napraviti gredice, postaviti istovremeno PE film i sustav za navodnjavanje kapanjem (*Bušić, www.savjetodavna.hr*).

U kontinentalnom dijelu Hrvatske preporuča se upotreba crnog PE filma, a u mediteranskom dijelu bijelog PE filma (*Parađiković i sur., 2014.*).

(*Hochmuta i sur., 1983.*), (*Novak i sur., 2003.*) i (*Orzolek i sur., 2002.*) u svojim istraživanjima smatraju da se viši prinosi dobivaju u malčiranom tlu zbog viših temperatura u zoni korijena u početnom stadiju razvoja.

## **2.3. Gnojidba**

Provedbom analize tla može se odrediti najsigurnija, najtočnija i najracionalnija gnojidba. Batat traži slabiju gnojidbu od većine povrtnih kultura, a gnojidba ovisi o prethodnoj kulturi i o rezultatima analize tla. Za uzgoj batata, mineralno gnojivo se primjenjuje u proljetnoj pripremi

tla u količini 50 kg N, 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> te 150 kg K<sub>2</sub>O po hektaru. Preporuča se korištenje kompleksnog mineralnog gnojiva formulacije NPK 7:14:21 u količini 500 kg/ha, odnosno približno slične NPK formulacije u kojoj dušik ne smije biti prisutan više od 15% (*Parađiković i sur., 2014.*).

## **2.4. Sadnja**

Batat se uzgaja iz presadnica koje se u kontinentalnom dijelu Hrvatske na otvorenom sade sredinom svibnja, a u mediteranskom dijelu sredinom travnja, odnosno, kad je temperatura tla viša od 10°C. Razmak sadnje presadnica najčešće je 120 x 30 – 40 cm te se tako postiže sklop 20000-27000 biljaka po hektaru. Sadi se na uzdignutim gredicama uz uporabu PE filma, a na istu površinu može se posaditi tek nakon četiri godine (*Novak, 2003.*).

## **2.5. Njega**

Prvih desetak dana nakon presađivanja potrebno je navodnjavati, a kasnije treba biti oprezan s navodnjavanjem jer prevelika količina vode u zoni korijena smanjuje prinos. Korijen batata je jako osjetljiv na zemljišne herbicide (*Bušić, www.savjetodavna.hr* ).

Batat je biljka tolerantna na prisutnost korova što uvelike olakšava njegu nasada (*Mukasa i sur., 2006.*)

## **2.6. Bolesti i štetnici**

Kod odabira parcele potrebno je obratiti pozornost na brojnost zemljišnih štetnika, primjerice na brojnost žičnjaka i grčica koji mogu napraviti djelomična oštećenja na korijenu te tako smanjiti kvalitetu korjenova. Na listovima štete mogu napraviti gusjenice slakova ljiljka (*Agrius convolvuli* L.). Ženka odloži do 200 jaja na naličje lista, koja su sjajna, ovalna, veličine 1,0 x 1,3 mm, najprije plavo- zelena, a kasnije žuto-zelena. Gusjenice se hrane lišćem i korijenom batata, dugačke su 10 cm, živih su boja i imaju karakteristični rog na zatku. Gljivična oboljenja ne predstavljaju opasnost za uzgoj batata. Ako se odgađa početak vađenja korijena, štete mogu prouzročiti puževi, miševi i voluharice (*Bušić, www.savjetodavna.hr* ).

## **2.7. Vađenje i skladištenje**

Vađenje korijena batata obavlja se strojno ili ručno, pa treba paziti da se ne ošteti. Vađenje batata izvodi se od kolovoza do listopada ovisno o sorti, vremenu sadnje i klimatskim uvjetima, ali obavezno prije mraza. Vađenje se obavlja najčešće 100-130 dana nakon sadnje kada većina

korijena dostigne tržišnu veličinu od više od 150 grama. Tehnološka zrelost korijena javlja se 80 dana nakon sadnje, a provjerava se rezanjem vriježa, pri čemu se pojavljuje gusti bijeli sok (Bušić, [www.savjetodavna.hr](http://www.savjetodavna.hr))

U komercijalnoj proizvodnji prinos može biti između 20-50 t/ha, dok jedna biljka daje do 3 kg korijena. Nakon vađenja korijeni se skupljaju u sanduke i odvoze u skladište (Bušić, [www.savjetodavna.hr](http://www.savjetodavna.hr))

Prije skladištenja potrebno je korijene klasirati te odvojiti oštećene od zdravih. Zdrave korijene treba skladištiti na temperaturi od 14-16 °C uz vlagu 85-90 %, ali treba paziti da temperatura ne padne ispod 10 °C jer tada može doći do truljenja korijena (Nonnecke, 1989.).

Optimalni uvjeti za transport i dužinu čuvanja batata prema Ilinu (2002.) su:

- temperatura transporta od 13-16°C,
- temperatura smrzavanja -0,8°C
- niska ventilacija
- relativna vlažnost zraka od 85% do 90%
- vrijeme čuvanja 4-7 mjeseci

## **2.8. Razmnožavanje batata**

Batat se može razmnožavati sjemenom (najčešće u oplemenjivačke svrhe), reznicama (u krajevima sa stalnom temperaturom iznad 20 °C) i izbojima dobivenim iz spavajućih pupova korijena, koje nazivamo „presadnicama“ iako nisu dobivene iz sjemena. Presadnice je još moguće proizvesti i kulturom tkiva, ali je za takvu proizvodnju potrebno osigurati drugačiju i skuplju tehnologiju. Kod komercijalnog uzgoja, batat se razmnožava ukorijenjenim izbojima dobivenim iz korjenova. Takve presadnice proizvode se u zaštićenim prostorima na temperaturi oko 30 °C i vlazi preko 90 %. Postupak uzgoja presadnica započinje izborom zdravih i neoštećenih korjenova, koji se stave u drveni ili plastični sanduk, te se do pola zatrpaju kvalitetnim supstratom ili pijeskom koji se treba stalno održavati vlažnim, a temperaturu treba održavati na 30 °C. Dva do tri tjedna nakon toga počinje masovno izbijanje izboja iz spavajućih pupova. Kada „presadnice“ narastu 7-10 cm u visinu, odvajaju se od korijena i pikiraju u

kontejner na ukorjenjivanje koje traje oko 15 dana nakon čega je presadnica s grudom supstrata spremna za sadnju na otvorenom (*Novak, Poljoprivredni portal-agroklub, 2011.*).

Proizvodnja batata iz sjemena koristi se samo u selekciji jer se sjeme ne može uzgojiti u dovoljnoj količini i loše je klijavosti. Uranjanjem sjemena u koncentriranu 98% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> u trajanju od 40 minuta postiže se bolja klijavost. Sjeme se kasnije ispiru vodom 5 do 10 minuta. Navedenom tehnikom postiže se klijavost batata od oko 95% (*Wilson i sur., 1989.*).

### 3. Materijal i metode rada

#### 3.1. Izbor i priprema uzoraka tla

Pod pojmom „analiza tla“, u širem smislu, podrazumijeva se uzimanje uzoraka, laboratorijska analiza i interpretacija rezultata, dok u užem smislu to je sam analitički postupak kojim se utvrđuju fizikalno- kemijska svojstva tla.

Kemijska analiza tla predstavlja ključ za dobivanje visokih priroda uz racionalnu primjenu gnojiva, no veliki dio poljoprivrednih proizvođača nema osnovne informacije o tome koliko je značajna analiza tla u poljoprivrednoj proizvodnji, gdje se obavljaju analize, te gdje dobiti pouzdanu preporuku za gnojidbu. Neki od proizvođača koji daju tlo na analizu često to rade samo da bi ostvarili poticaje ili subvencije, a ne zbog povećanja plodnosti tla odnosno povećanja prinosa.

S ujednačenih površina za agrokemijsku analizu uzimaju se pojedinačni uzorci koji tvore prosječni uzorak. Uzorke tla za kemijsku analizu potrebno je uzeti tako da prosječan uzorak dobro reprezentira proizvodnu površinu. Jedan prosječni uzorak tla dovoljan je kao reprezentant površine 1-2 ha, dok se za veće površine jedan uzorak uzima za svakih 3-5 ha. Prosječni uzorak čini 20-25 pojedinačnih uzoraka.



Slika 1. Uzimanje uzoraka sondom (<http://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/173/kada-i-kako-ispravno-uzeti-uzorak-tla-za-analizu/>)



Slika 2. Uzimanje uzoraka lopatom

(<https://zivotnasredinabynatasa.blogspot.hr/2015/12/program-ispitivanja-zemljista.html>)

Pojedinačni uzorci s jedne površine dobro se izmiješaju i nakon toga „čtvrtnjem“ im se smanji masa prosječnog uzorka na 0,5-1 kg. Za ratarske kulture uzorci se uzimaju s dubine 0-30 cm, a za trajne nasade s dubine 0-30 i 30-60 cm. Pojedinačni uzorci uzimaju se sondom (Slika 1.) ili lopatom (Slika 2.). Uzorci tla uvijek se uzimaju nakon žetve ili berbe i nikada nakon provedene gnojidbe. U svrhu ovog istraživanja uzorci su prikupljeni na području Virovitičko-podravske županije.



Slika 3. Priprema prosječnog uzorka „čtvrtnjem“

([http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/17/pri-log-broja-analizom-tla-do-veih-prinosa/8304#.WMFmV9I1\\_IU](http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/17/pri-log-broja-analizom-tla-do-veih-prinosa/8304#.WMFmV9I1_IU))

Prikupljeni prosječni uzorci dopremaju se u agrokemijski laboratorij gdje se čiste od organskih ostataka i ostalih primjesa, te se nakon toga u tankom sloju pri sobnoj temperaturi stavljaju na sušenje. Kako bi uzorci bili spremni za analizu, potrebno je zrakosuhe uzorke tla usitniti i prosijati kroz sito promjera 2 mm.

### **3.2. Agrokemijski pokazatelji svojstava tla**

Metode koje se koriste u agrokemijskoj analizi tla su: određivanje pH reakcije tla u vodi i otopini KCl-a, određivanje sadržaja karbonata u tlu, određivanje hidrolitičke kiselosti tla, određivanje sadržaja humusa u tlu bikromatnom metodom, određivanje pristupačnog fosfora i kalija u tlu AL metodom.

#### **3.2.1. Određivanje pH reakcije tla u vodi i otopini KCl**

Značajan utjecaj na fizikalne, kemijske i biološke procese u tlu, ishranu biljaka i djelovanje gnojiva ima pH-vrijednost tla koja je indikator kiselosti ili alkalnosti tla. Za većinu biljaka optimalna je vrlo slabo kisela ili vrlo slabo alkalna reakcija tla. Određivanje pH može se vršiti elektrometrijski i kolorimetrijski, a u laboratoriju mjere se dvije vrste pH-vrijednosti: aktualna u H<sub>2</sub>O i izmjenjiva (supstitucijska) u KCl-u. Aktualnu kiselost čine H<sup>+</sup> ioni u vodenoj fazi tla, a supstitucijsku kiselost pored H<sup>+</sup> iona čine i ioni slabih lužina (Al, Fe) koji se s površina koloidnih čestica zamjenjuju (supstituiraju) K<sup>+</sup> ionom iz otopine KCl. U Tablici 1. prikazana je podjela tla prema pH reakciji u 1 M KCl po Schefferu i Schachtschabelu.

Za određivanje pH vrijednosti tla potrebno je odvagati 10 grama uzorka tla, prenijeti ga čašu od 100 ml te prelići s 25 ml 1 M KCl, odnosno s 25 ml destilirane vode. Uzorak se promiješa sa staklenim štapićem i ostavi stajati 20-30 minuta uz povremeno miješanje. Nakon toga vrši se mjerenje pH-metrom.

Tablica 1. Podjela tla prema pH reakciji u 1 M KCl po Schefferu i Schachtschabelu

pH reakcija tla	pH (1 M KCl)
izrazito kiselo tlo	<4.0
jako kiselo tlo	4.0-4.9
umjereno kiselo tlo	5.0-5.9
slabo kiselo tlo	6.0-6.9
neutralno tlo	7.0
slabo alkalno tlo	7.1-8.0
umjereno alkalno tlo	8.1-9.0
jako alkalno tlo	9.1-10.0
izrazito alkalno tlo	>10.0

Optimalna pH vrijednost za većinu biljaka je između 6,0-7,5, dok su više i niže vrijednosti nepovoljne za većinu biljaka te predstavljaju problem u uzgoju bilja.

### 3.2.2. Određivanje hidrolitičke kiselosti tla

Hidrolitička kiselost tla aktivira se solima Na-acetata ili Ca-acetata, dolazi do zamjene  $H^+$  i  $Al^{3+}$  iona na adsorpcijskom kompleksu tla s baznim ionima acetata te nastaje octena kiselina.. Iznos hidrolitičke kiselosti tla (stupanj acidifikacije adsorpcijskog kompleksa tla) služi za izračunavanje kapaciteta adsorpcije kationa (T) i stupnja zasićenosti tla bazama (V). Hidrolitička kiselost najčešće se koristi kod utvrđivanja potrebe za kalcijacijom. Za određivanje hidrolitičke kiselosti tla potrebno je odvagati 20 grama zrakosuhog tla i prelići s 50 ml Na-acetata u boci za izmućkavanje te 1 sat mućkati u rotacijskoj mućkalici. Nakon mućkanja potrebno je suspenziju tla profiltrirati kroz filter papir i 25 ml dobivenog bistrog ekstrakta prenijeti u Erlenmayerovu tikvicu. Bistrom ekstraktu u Erlenmayerovoj tikvici potrebno je dodati 1-2 kapi fenolftaleina i zagrijavati. Nakon zagrijavanja, vruća otopina titrira se s NaOH do pojave ljubičaste boje.



Očitane vrijednosti utroška NaOH za titraciju nakon provedene analize unose se u formulu za izračunavanje hidrolitičke kiselosti tla (Đurđević, 2014.):

$$Hk=(a \times k \times 10 \times 1,75)/m \text{ [cmol (+) kg}^{-1} \text{ tla]}$$

a – utrošak NaOH (0,1 mol/dm<sup>3</sup>);

k – faktor lužine;

m – alikvotna masa tla;

1,75 –koeficijent

### 3.2.3. Određivanje sadržaja humusa u tlu bikromatnom metodom

Humus u tlu povoljno utječe na strukturu tla, a njegov sadržaj u tlu ukazuje na način gospodarenja zemljištem. Na povećanje sadržaja humusa pozitivno djeluje zaoravanje žetvenih ostataka, primjena organskog gnojiva, sideracija te rotacija usjeva. Određivanje humusa zasniva se na mokrom spaljivanju organske tvari tla pomoću K-bikromata. Reakcija se mjeri spektrofotometrijski (valna duljina 585 nm) jer se narančasta boja otopine mijenja u zelenu. U Tablici 2. prikazana je podjela prema graničnim vrijednostima sadržaja humusa u tlu (Đurđević, 2014.).

Tablica 2. Granične vrijednosti za sadržaj humusa u tlu (prema: Gračanin, 1947.), (Đurđević, 2014.)

Opskrbljenost humusom	tla	% humusa
vrlo slabo humozno tlo		<1
slabo humozno tlo		1-3
dosta humozno tlo		3-5
Jako humozno tlo		5-10
Vrlo jako humozno tlo		>10

Za određivanje sadržaja humusa u tlu bikromatnom metodom potrebno je odvagati 1 gram zrakovihog tla u čašu od 300 ml te dodati 30 ml otopine  $0,333 \text{ mol dm}^{-3} \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  i 20 ml koncentrirane sulfatne kiseline. Smjesu je potrebno staviti u sušionik na temperaturu 98-100 °C tijekom 90 minuta. Kada se smjesa ohladi potrebno je dodati 80 ml destilirane vode i ostaviti stajati 24 sata. Zatim se bistra otopina pažljivo dekantira u mjerne kivete i slijedi spektrofotometrijsko mjerenje na 585 nm.

### **3.2.4. Određivanje pristupačnog fosfora i kalija AL- metodom**

Lakopristupačnim kalijem smatra se njegov vodotopivi i izmjenjivo sorbirani oblik, dok se lakopristupačnim fosforom smatraju oblici fosfora u tlu koji prelaze u različite otopine slabih kiselina, baza ili soli. Vrlo česta pojava je nedostatak fosfora i kalija jer ih biljke iznose u velikim količinama pa je gnojidba kalijem i fosforom redovita agrotehnička mjera. Niska raspoloživost fosfora i kalija značajno može utjecati na snižavanje prinosa, ali i kakvoću usjeva. Organski vezanog fosfora u tlu ima 20-60%, a anorganski vezanog 40-80%.

Ekstrakcija fosfora i kalija iz tla pufernom otopinom amonijevog laktata čiji je pH 3,75 temelj je AL-metode. Nakon ekstrakcije u filtratu fosfor se određuje spektrofotometrijskom metodom, a kalij se očitava direktno plamen-fotometrom. Nakon provedbe AL-metode, tla se mogu podijeliti u različite grupe opskrbljenosti prema količini AL-pristupačnog fosfora i kalija, te se prema njima preporučuje gnojidba.

Postupak određivanja lakopristupačnog fosfora i kalija AL-metodom započinje odvagom 5 grama zrakovihog tla koji se prenosi u plastične boce za izmućkavanje. Uzorak se prelije sa 100 ml ekstrakcije AL-otopine i mućka 2 sata na rotacijskoj mućkalici na 20 °C kod 34-40 okretaja u minuti. Nakon mućkanja ekstrakt se filtrira u čaše s tim da se prva, mutna količina baci. U slučaju da je filtrat i dalje mutan, dodaje se 0,5 grama aktivnog ugljena i ponovo profiltrira.

Prije određivanja fosfora i kalija spektrofotometrom, odnosno plamen-fotometrom potrebno je pripremiti osnovne standarde za fosfor i kalij. Potrebno je odvagati 0,1917 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  i 0,0534 g KCl, prenijeti u odmjernu tikvicu od 1000 ml, otopiti u malo AL-otopine i nadopuniti do oznake istom otopinom. Na ovaj način dobije se zajednički osnovni standard za određivanje fosfora i kalija jer sadrži 0,1 mg  $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ml}^{-1}$  i 0,1 mg  $\text{K}_2\text{O} \text{ ml}^{-1}$ . Serija radnih standarda priprema se tako da se pipetira po 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 ml od osnovnog standarda u odmjerne tikvice

od 200 ml i napuni do oznake s AL-otopinom. Takvi standardi predstavljaju količinu od 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 100 grama tla, odnosno istu količinu K<sub>2</sub>O/100 grama tla.

### **3.2.5. Određivanje fosfora**

Fosfor se određuje tako da se otpipetira 10 ml bistrog filtrata u odmjernu tikvicu od 100 ml te doda 9 ml 4 mol dm<sup>-3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i dopuniti destiliranom vodom do polovine tikvice. Tikvice se zagrijavaju 15 minuta u vodenoj kupelji, a zatim je potrebno dodati 10 ml 1,44 %-tnog amonijheptamolibdata i 2 ml 2,5 %-tne askorbinske kiseline. Slijedećih 30 minuta potrebno je nastaviti sa zagrijavanjem tikvica na vodenoj kupelji zbog razvijanja kompleksa plave boje. Osim za filtrate tla, isti postupak potrebno je provesti i za serije standardnih otopina s tim da se umjesto filtrata tla u odmjerne tikvice otpipetira po 10 ml svakog radnog standarda. Serija standarda i uzorci mjere se na spektrofotometru kod 680 nm. Standardi se koriste za izradu kalibracijske krivulje pomoću koje se izračunava količina fosfora u uzorcima tla, a izražava se u mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 grama tla.

### **3.2.6. Određivanje kalija**

Pristupačne količine kalija utvrđuju se direktno iz ekstrakta tla na plamen-fotometru i izražavaju se u mg K<sub>2</sub>O na 100 grama tla. Serija standardnih otopina za kalij ista je kao i za fosfor, a njihove koncentracije odgovaraju količinama od 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 mg K<sub>2</sub>O/100 grama tla.

Za klasifikaciju tala prema količini fosfora vrlo je značajan i podatak pH vrijednosti tla (Tablica 3.), dok za pristupačnost kalija značajan je mehanički sastav tla (Tablica 4.). Zbog niskog kapaciteta sorpcije kod lakih tala postoji opasnost od ispiranja P i K, a kod teških tala postoji opasnost štetne fiksacije kalija, a posebno u tlu s puno minerala gline tipa ilita (Lončarić, 2009.).

Tablica 3. Podjela tala za fosfor prema rezultatu AL-metode, *Lončarić, (2009.)*

FOSFOR:			
Opskrbljenost tla	pH >6	pH <6	Faktor
Vrlo niska	<10	<6	2,00
Niska	10-15	7-10	1,50
Dobra	16-25	11-16	1,00
Visoka	26-35	17-25	0,50
Vrlo visoka	>35	>25	0,00

Tablica 4. Podjela tala za kalij prema rezultatu AL-metode, *Lončarić, (2009.)*

KALIJ:				
Opskrbljenost tla	Tekstura tla			
	lako	srednje	Teško	Faktor
Vrlo niska	<6	<8	<10	1,50
Niska	6-12	8-14	10-16	1,25
Dobra	13-24	15-28	17-32	1,00
Visoka	25-35	29-40	33-45	0,50
Vrlo visoka	>35	>40	>45	0,00

## 4. Rezultati istraživanja

### 4.1. Agrokemijska svojstva tla

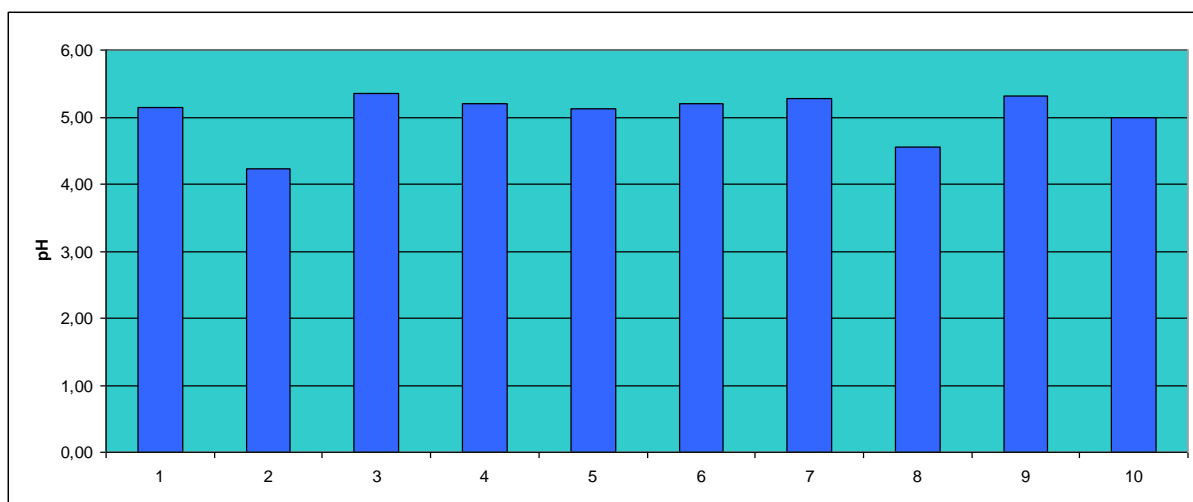
U ovom istraživanju analizirano je deset uzoraka tla na površinama Virovitičko-podravske županije, u sklopu istraživanja provedenih na IPA projektu SWEET (IPA IV Razvoj ljudskih potencijala). Analizirani uzorci uzeti su na dubini 0-30 cm te su utvrđena osnovna agrokemijska svojstva tla (Tablica 5.).

Tablica 5. Agrokemijska svojstva tla namijenjenog za uzgoj batata

Broj uzorka	Dubina (cm)	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g)	AL-K <sub>2</sub> O (mg/100 g)	Humus (%)	Hy (cmol / kg)
1	0-30	6,23	5,15	3,87	30,05	1,40	2,69
2	0-30	5,68	4,23	4,58	25,71	1,65	3,33
3	0-30	6,25	5,36	3,05	32,11	1,60	2,60
4	0-30	6,17	5,20	18,23	24,31	1,75	2,68
5	0-30	6,18	5,12	5,76	29,04	1,38	2,71
6	0-30	6,11	5,20	11,32	22,15	1,40	2,33
7	0-30	6,35	5,28	8,36	17,93	1,45	2,87
8	0-30	5,62	4,55	4,22	22,59	1,55	3,41
9	0-30	6,17	5,31	3,64	27,51	1,60	2,54
10	0-30	6,13	5,00	17,45	22,94	1,70	2,71
<b>Prosjeak:</b>		<b>6,09</b>	<b>5,04</b>	<b>8,05</b>	<b>25,43</b>	<b>1,55</b>	<b>2,79</b>

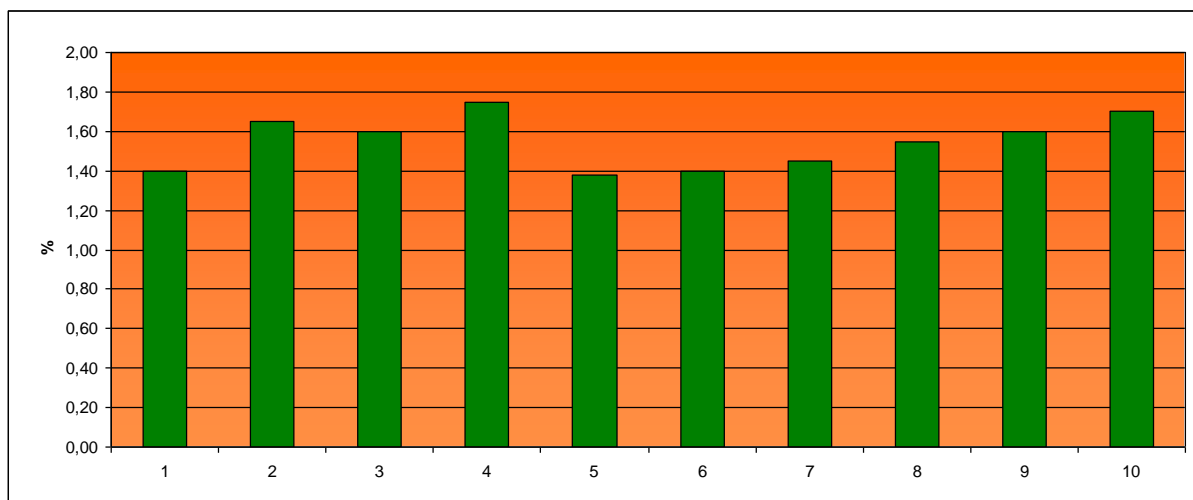
Najniža pH-vrijednost u vodi utvrđena je u uzorku broj 8 (5,62), najviša u uzorku broj 7 (6,35), dok prosjeak iznosi 6,09.

Nakon provedenog elektrokemijskog određivanja izmjenjive (supstitucijske) pH- vrijednosti, najnižu vrijednost ima uzorak 2 koja iznosi 4,23, dok najvišu vrijednost ima uzorak 3 koja iznosi 5,36. Prema klasifikaciji kiselosti po Schefferu i Schachtschabelu, umjereno kisela tla čine većinu analiziranih tala uz prosječnu vrijednost pH (KCl) 5,04 (Grafikon 1).



Grafikon 1. pH vrijednosti u 1 M KCl-u

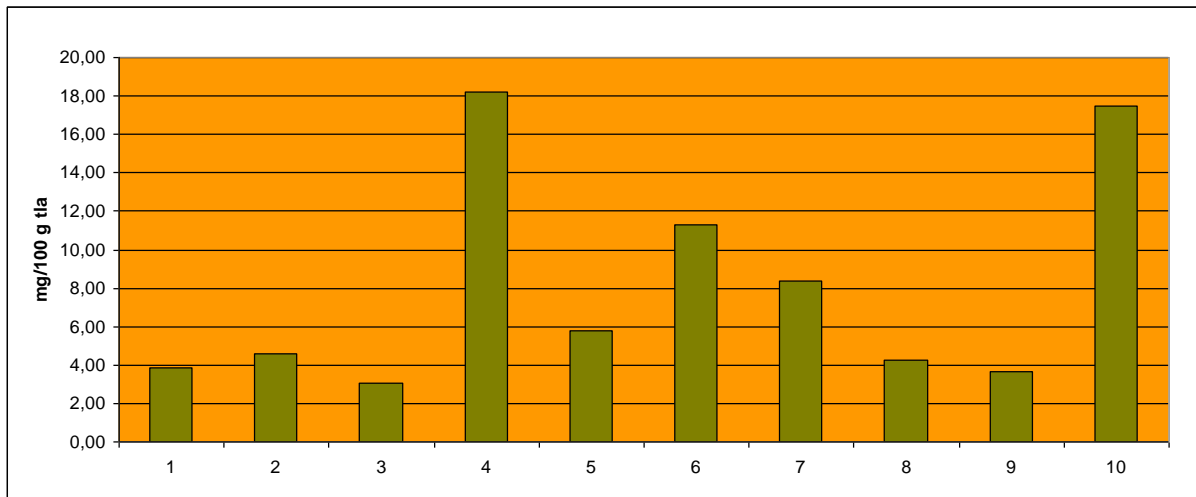
Određivanje humusa temelji se mokrom spaljivanju organske tvari tla pomoću K-bikromata, a reakcija se mjeri spektrofotometrijski. U analiziranim uzorcima ovog istraživanja, najniži sadržaj humusa ima uzorak 5 koji iznosi 1,38 %, a najviši sadržaj ima uzorak 4 koji iznosi 1,75%. Prosječni sadržaj humusa u analiziranim uzorcima iznosi 1,55% i takvo tlo prema podjeli *Gračanina, (1947.)* pripada slabo humoznim tlima (grafikon 2).



Grafikon 2. Sadržaj humusa u analiziranim tlima

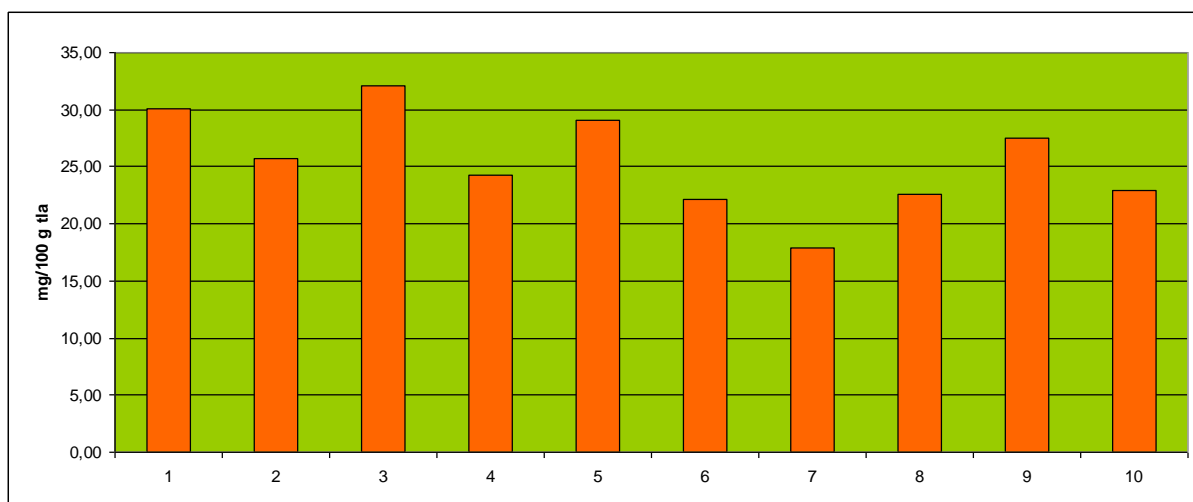
Klasifikacija opskrbljenosti tla fosforom provedena je na temelju graničnih vrijednosti koncentracija fosfora temeljem pH vrijednosti. U uzorku broj 3 utvrđena je najniža vrijednost lakopristupačnog fosfora koja iznosi 3,05 mg/100 g tla. Prema podjeli tala za fosfor prema

rezultatu AL-metode (Lončarić, 2009.) te s obzirom na pH vrijednost, uzorak 3 pripada u skupinu tala s vrlo niskom opskrbljenošću fosforom. Osim uzorka 3, uzorci 1, 2, 5, 8, 9 također pripadaju u skupinu tala s vrlo niskom opskrbljenošću fosforom. Uzorak 7 pripada u skupinu tala s niskom opskrbljenošću fosforom, uzorak 6 pripada u skupinu dobre opskrbljenosti, a uzorci 4 i 10 pripadaju u skupinu visoke opskrbljenosti fosforom (grafikon 3).



Grafikon 3. Opskrbljenost tala lakopristupačnim fosforom

U pogledu klasifikacije opskrbljenosti tla kalijem, glavni interferirajući faktor je tekstura tla, te kiselost tla nema značajan utjecaj na klasifikaciju. Za razliku od lakopristupačnog fosfora kojim su analizirana tla većinom vrlo slabo opskrbljena, lakopristupačnim kalijem analizirana tla dobro su opskrbljena (Lončarić, 2009.). Tako se, lakopristupačni kalij u analiziranim tlima kretao se od 17,93 mg/100 g tla (uzorak 7) do 32,11 mg/100 g tla (uzorak 3). Uzorci 1, 3 i 5 prema podjeli pripadaju u skupinu visoke opskrbljenosti tla lakopristupačnim kalijem, a ostali uzorci u skupinu dobre opskrbljenosti (grafikon 4).



Grafikon 4. Opskrbljenost tala lakopristupačnim kalijem

#### 4.2. Izračun preporuka gnojidbe

Na temelju rezultata agrokemijskih analiza tla izračunava se preporuka gnojidbe za određenu biljnu vrstu.

##### *Izračun potrebne količine fosfora i kalija*

Ukupno potrebna količina fosfora i kalija za postizanje prinosa određene visine po jedinici površine od 1 ha, utvrđena je množenjem planiranog prinosa s masom iznošenja fosfora i kalija u kg po jedinici mase priroda

Tako utvrđena potrebna količina hraniva korigirana je koeficijentom iskorištenja, što ovisi o opskrbljenosti tla hranivima (tablica 6).



Tablica 6. Potrebna količina aktivne tvari (%) ovisno o razredu opskrbljenosti tla hranivima

Razred opskrbljenosti tla	gnojdbom je potrebno dodati % od količine hraniva koja se odnosi prirodom		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Niska	100 – 120	150 -200	125 – 150
Srednja	80 – 100	100 – 150	100 – 125
Dobra	60 - 80	100	100

Koeficijent iskorištenja hraniva je % od količine hraniva koje se odnosi prirodom, a potrebno ga je dodati u gnojdbi, te se preporučena količina hraniva mora uvećati ukoliko se radi o tlu siromašnim pojedinim elementom kao što je u našim uzorcima slučaj sa opskrbljenosti tla fosforom ( tablica 5).

#### *Izračun potrebne količine dušika*

Kao i za fosfor i kalij, ukupna količina dušika potrebnog za određeni prinos po 1 ha izračuna se tako da se planirani prinos množi sa masom iznošenja dušika u kg po jedinici mase priroda.

Izračun količine dušika u tlu proveden je u nekoliko koraka. Prvo je utvrđena masa tla. Zatim je, na temelju rezultata bikromatne metode i mase tla, utvrđena količina humusa u tlu.

Na temelju podataka o količini humusa u tlu i % dušika u humusu izračunava se količina dušika u tlu, a na temelju podataka o količini dušika u tlu i % potencijalne mineralizacije izračunava se potencijalna godišnja mineralizacija dušika koja najčešće ne prelazi 50 kg N/ha godišnje.

S obzirom da dobivena vrijednost označava potencijalnu godišnju mineralizaciju, potrebno ju je potrebno korigirati faktorom korekcije koji se temelji na % humusa u pojedinom uzorku i pH(KCl) tla (tablica 7).

Tablica 7. Preporuke gnojidbe dušikom na temelju sadržaja humusa i pH tla

Sadržaj humusa (%)	pH (KCl)	Unijeti u tlo % od žetvom iznijetih količina N
< 2	4.0 - 5.5	100
< 2	5.6 - 8.0	90 - 100
2 – 4	4.0 - 5.5	90 - 100
2 – 4	5.6 - 8.0	80 - 90
> 4	4.0 - 5.5	60 - 80
> 4	5.6 - 8.0	50 - 60

Nakon toga je potrebno izračunati razliku između fizioloških potreba biljke i godišnje mineralizacije dušika, te ta razlika predstavlja količinu dušika koju moramo dodati gnojidbom.

#### 4.3. Preporuka gnojidbe za batat

Temeljem analiza tla i izračuna potrebnih količina hraniva, izrađene su preporuke za gnojidbu batata, kao i preporuke za kalcizaciju kiselih površina (Tablica 8). Preporuke se odnose na preporučene količine dušika, fosfora i kalija, kao i na preporučene količine kompleksnih mineralnih gnojiva, te količine pojedinačnih fosfornih i kalijevih gnojiva. Isto tako, preporuka obuhvaća i količinu karbokalka potrebnog za neutralizaciju kiselosti. U tablici 8. prikazane su preporučene količine pojedinačnih elemenata ishrane, a u tablici 9. preporučene količine pojedinačnih gnojiva i sredstva za kalcizaciju za analizirane uzorke.

Tablica 8. Preporučene količine pojedinačnih elemenata ishrane (kg/ha)

Uzorak	Preporuka N	Preporuka P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Preporuka K <sub>2</sub> O
1	55	125	5
2	50	145	65
3	50	125	0
4	50	70	85
5	55	120	20
6	55	100	105
7	55	105	150
8	55	135	100
9	50	120	40
10	50	75	100

U analiziranim uzorcima količina preporučenog dušika kretala se u vrijednostima od 50 do 55 kg/ha. Za razliku od preporučene količine dušika, preporučena količina fosfora kretala se u širem rasponu vrijednosti. Najmanja preporučena količina fosfora je za uzorak 4 (70 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), a najveća za uzorak 2 te iznosi 145 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Preporučene količine kalija kretale su se od 0 kg/ha K<sub>2</sub>O za uzorak 3 do 150 kg/ha K<sub>2</sub>O za uzorak 7.

Tablica 9. Preporučene količine pojedinačnih gnojiva i sredstva za kalcizaciju

Uzorak	MAP	Urea <sub>Osn</sub>	KCl (60%)	Urea <sub>Predsj</sub>	KAN <sub>Prihr</sub>	karbokalk t/ha OPT	NPK 10:30:20
1	280	20	10	58	130	6,59	220
2	280	15	165	56	120	8,0	405
3	280	15	0	56	120	6,51	210
4	200	35	215	52	120	6,57	330
5	280	20	50	58	130	6,7	250
6	280	20	290	58	130	5,65	430
7	280	15	410	56	120	7,19	550
8	280	20	275	58	130	8,97	475
9	280	15	110	56	120	6,36	300
10	220	30	265	56	120	6,42	375

Prema preporučenim količinama pojedinačnih elemenata ishrane izrađene su preporuke gnojidbe u kojima se za analizirane uzorke preporučuje primjena monoamonijevog fosfata (MAP) u količini 200 do 280 kg/ha. Preporuke Uree u osnovnoj gnojidbi kretale su se od 15 do

35 kg/ha. Od kalijevih gnojiva preporuča se primjena 60 %-tnog kalijevog klorida (KCl) u količini od 10 kg/ha za uzorak 1 do 410 kg/ha za uzorak 7. Za predstjetvenu gnojidbu batata preporuča se primjena Uree u količini od 52 do 58 kg/ha. Prihrana batata može se obaviti primjenom KAN-a u količini 120 do 130 kg/ha. Preporučuje se primjena NPK 10:30:20 u količini 210 do 550 kg/ha.

Za neutralizaciju kiselosti tla preporučuje se primjena karbokalka u količini 5,65 t/ha za uzorak 6 do 8,97 t/ha za uzorak 8 (tablica 10).

Tablica 10. Primjer preporuke za gnojidbu batata

### PREPORUKA GNOJIDBE

#### PREPORUKA GNOJIDBE ZA BATAT

BR	PROIZVODNA POVRŠINA	PREPORUČENA GNOJIDBA (u kg/ha HRANIVA)		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Uzorak 1	55	125	5

Količina NPK gnojiva (10:20:30) i pojedinačnih dušičnih gnojiva:

BR	PROIZVODNA POVRŠINA	PREPORUČENA KOLIČINA GNOJIVA (u kg/ha)		
		NPK 10:30:20	UREA PREDSTJETVENO	KAN PRIHRANA
1	Uzorak 1	220	35	65

BR	PROIZVODNA POVRŠINA	PREPORUČENA KOLIČINA GNOJIVA (u kg/ha)		
		KALIJEVA SOL (60%)	KAN PRIHRANA	MAP
1	Uzorak 1	10	65	240

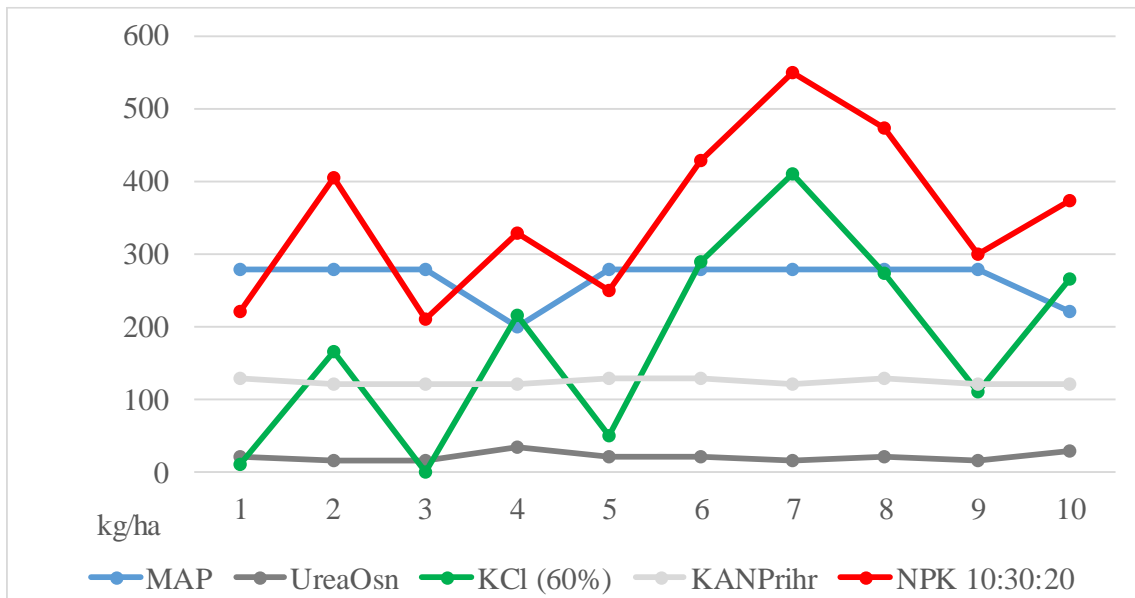
S obzirom na stanje tla svakako preporučamo gnojidbu pojedinačnim gnojivima, te obavezno zaoravanje organske tvari u količini od 40 t/ha!

### PREPORUKA KALCIZACIJE

Preporučena količina vapnenca ili karbokalka (u t/ha) za kalcizaciju proizvodnih površina:

BR	PROIZVODNA POVRŠINA	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	H <sub>y</sub> (cmol/kg)	karbokalk (t/ha)
1	Uzorak 1	6,23	5,15	2,69	6,59

Najveća razlika precizne gnojidbe pojedinačnim gnojivima u odnosu na konvencionalnu gnojidbu kompleksnim gnojivima, promatramo li svaki analizirani uzorak, zabilježena je kod uzoraka 6, 7 i 8 gdje je utvrđena velika razlika u količini pojedinačnih i kompleksnih gnojiva. Nadalje, između pojedinačnih gnojiva najveće prosječno odstupanje precizne gnojidbe u odnosu na konvencionalnu zabilježeno je za KCl također u navedena tri uzorka (grafikon 5). MAP je na drugom mjestu obzirom na raspon prosječnih odstupanja, pri čemu je najveće odstupanje zabilježeno za uzorak 4 koji je imao najveću koncentraciju fosfora u tlu. Za ureu su zabilježena niska prosječna odstupanja s malim razlikama između uzoraka, a najniža prosječna odstupanja su utvrđena za KAN s neznatnim razlikama između uzoraka.



Grafikon 5. Razlike u količinama preporučenih količina gnojiva

## 5. Rasprava

Analizirani uzorci s prosjekom  $pH_{KCl}$  5,04 pripadaju klasi umjereno kiselih tala, a prema *Woolfe, 1992.* batat može uzgajati na tlima različite pH vrijednosti od 4,5 do 6,5. Međutim, u kiselim tlima veća je opasnost gubitka N denitrifikacijom te manja je raspoloživost Ca i Mg dok je povećana je raspoloživost štetnih elemenata (*Lončarić, Karalić, 2015.*) te je potrebna neutralizacija kiselosti kako bi neophodna hraniva bila raspoloživa biljci

Iako humoznost tla značajno utječe na raspoloživost hraniva zbog veće sposobnosti izmjenjivog vezanja hraniva, veće puferne sposobnosti te zbog veće godišnje količine mineralnog N nastalog razgradnjom humusa batat može dati dobre prinose i na glinasto-pjeskovitim tlima, slabije opskrbljenom humusnom komponentom (*Parađiković i sur., 2014.*). Prosječni sadržaj humusa u analiziranim tlima bio je 1,55 % te takvo tla pripada skupini slabo humoznih tala gdje se preporuča unošenje organske tvari radi sprječavanja degradacije tala.

Prema AL-metodi utvrđivanja biljci raspoloživih količina P i K u tlu, tla se mogu podijeliti u 5 klasa: jako siromašno tlo, siromašno tlo, dobro opskrbljeno tlo, visoka opskrbljenost i jako visoka opskrbljenost (*Lončarić, Karalić, 2015.*). Za tumačenje raspoloživosti P potrebno je obratiti pažnju na pH reakciju tla zbog fiksacije P u tlu. Količina lakopristupačnog P u analiziranim tlima kretala se 3,05 do 18,23 mg/100 g tla, a prosječna količina lakopristupačnog P je 8,05 mg/100g tla. Većina analiziranih uzoraka tla ovog istraživanja pripada klasi vrlo niske i niske opskrbljenosti fosforom te je zbog toga potrebno primijeniti gnojiva s višom koncentracijom fosfora. Međutim, gnojidbom gnojivima s višom koncentracijom fosfora neće se postići veći prinos ukoliko se ne provede kalcizacija (da pH tla dođe do optimalne razine) i organska gnojidba (da se poprave svojstva tla). Kod optimalne pH reakcije tla manja je opasnost od kemijske fiksacije tla i nedostatne raspoloživosti fosfora u tlu. Klase opskrbljenosti tla kalijem podijeljene su kao i kod fosfora, od jako siromašnog do jako visoko opskrbljenog tla. Raspoloživost K ne tumači se prema pH reakciji već prema teksturi tla. Analizom tla utvrđeno je da su analizirani uzorci dobro i visoko opskrbljeni kalijem (17,93 do 32,11 mg/100 g tla).

Provedbom analize tla može se odrediti najsigurnija, najtočnija i najracionalnija gnojidba. Batat traži slabiju gnojidbu od većine povrtnih kultura, a gnojidba ovisi o prethodnoj kulturi i o rezultatima analize tla. Za uzgoj batata mineralno gnojivo primjenjuje se u proljetnoj pripremi tla u količini 50 kg N, 100 kg  $P_2O_5$  te 150 kg  $K_2O$  po hektaru. Preporuča se korištenje kompleksnog mineralnog gnojiva formulacije NPK 7:14:21 u količini 500 kg/ha, odnosno

približno slične NPK formulacije u kojoj dušik ne smije biti prisutan više od 15% (*Parađiković i sur., 2014.*).

Prema analizi tla idealni tip gnojiva u ovom istraživanju su pojedinačna fosforna i kalijeva gnojiva te se tako preporučuje primjena monoamonijevog fosfat (MAP) u količinama od 200-280 kg/ha te 60 %-tnog kalijevog klorida (KCl) u količini 10 – 410 kg/ha (tablica 9). Prema *Lončarić i Karalić (2015.)* na laganim tlima treba opreznije (postupnije) provoditi povećanje raspoloživosti kalija povećanom gnojidbom zbog manjeg adsorpcijskog kapaciteta tla, dok na težim tlima veća je opasnost od fiksacije kalija selektivno vezujućim sekundarnim mineralima gline te je manja učinkovitost gnojidbe kalijem. Monoamonijev fosfat (MAP) je gnojivo koje ima 12 % N i 52 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> te je zbog visoke koncentracije fosfora idealno je gnojivo za tla analizirana u ovom istraživanju iako se prilikom njegove primjene obavezno mora voditi računa o pH vrijednosti tla, te ukoliko je potrebno provoditi kalcizaciju kako bi se osigurala maksimalna učinkovitost fosfornih gnojiva.

Pojedinačna (N, P, K) i dvojna gnojiva (NP, NK, PK) bolja su za primjenu nakon provedene analize tla jer se mogu primijeniti točne količine elemenata ishrane prema preporuci, što je kod potpunih (NPK) gnojiva teško moguće.

Veću količinu fosfornih i kalijevih gnojiva potrebno je primijeniti u osnovnoj gnojidbi prije zaoravanja jer primjenom visokih količina u predstjetvenoj pripremi može doći do solnog udara te smanjenog usvajanja hraniva uslijed suše. Isto tako, za neutralizaciju kiselosti preporuča se primjena karbokalka jer ima brzu korekciju suvišne kiselosti i sadrži dosta organske tvari (*Lončarić, 2009.*).

## 6. Zaključak

1. Analizirani uzorci s prosjekom  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,04 pripadaju klasi umjereno kiselih tala.
2. Sadržaj humusa u analiziranim uzorcima kretao se od 1,38 % do 1,75 % s prosječnim sadržajem humusa od 1,55 % te takvo tlo pripada slabo humoznim tlima i potrebna je primjena organskih gnojiva radi podizanja i očuvanja humoznosti tla.
3. Koncentracija lakopristupačnog fosfora u analiziranim tlima kretala se 3,05 do 18,23 mg/100 g tla, te većina analiziranih uzoraka pripada klasi vrlo niske i niske opskrbljenosti fosforom
4. Analizom tla utvrđeno je da su analizirani uzorci dobro i visoko opskrbljeni kalijem sa koncentracijom kalija od 17,93 do 32,11 mg/100 g tla.
5. Pojedinačna (N, P, K) i dvojna gnojiva (NP, NK, PK) bolja su za primjenu nakon provedene analize tla jer omogućavaju precizno uravnoteženu ishranu pojedinim elementom prema preporuci gnojidbe te se tako preporučuje primjena monoamonijevog fosfat (MAP) u količinama od 200-280 kg/ha te 60 %-tnog kalijevog klorida (KCl) u količini 10 – 410 kg/ha.
6. Između pojedinačnih gnojiva najveće prosječno odstupanje precizne gnojidbe u odnosu na konvencionalnu zabilježeno je za KCl , zatim za MAP. Za ureu su zabilježena niska prosječna odstupanja s malim razlikama između uzoraka, a najniža prosječna odstupanja su utvrđena za KAN s neznatnim razlikama između uzoraka.
7. Najveća razlika precizne gnojidbe pojedinačnim gnojivima u odnosu na konvencionalnu gnojidbu kompleksnim gnojivima, promatramo li svaki analizirani uzorak, zabilježena je kod uzoraka za koje su preporučene najviše doze kompleksnih gnojiva 10:20:30 od 430 do 550 kg/ha što je posljedica bilanciranja ishrane kalijem.
8. S obzirom na dobivene rezultate područje Virovitičko-podravske županije pogodno je za uzgoj batata.



## 7. Popis literature

1. Bašić, F., (2013.) Regionalizacija hrvatske poljoprivrede u zajedničkoj poljoprivrednoj politici EU, *Civitas Crisiensis*, Vol.1 (2014.), str. 143-176.
2. Carballo, N. (1979):. Effect of soil humidity on the sub - period of growing in the cultivation of sweet potato (*Ipomoea batata* L). *Forum cienific technic*. Santa Clara, Cuba.
3. Chen, L., A. Bhagsari and J. Carter, (2006.): Effects of medium composition and culture duration on in vitro morphogenesis of sweet potato. *Biologia Plantarum*, 50(1): 114-117.
4. Đurđević, B., (2014.): Praktikum iz ishrane bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
5. Hochmut, G. J., I. C. Howell, (1983.): Effeect of black plastic mulch and raised beds on sweet potato growth and root yield in northern region, *HortScience* 18(4):615-620.
6. Huaman, Z. (1992): *Systematic Botany and Morphology of the Sweetpotato Plant*, Technical Information Bulletin 25. International Potato Center, Lima, Peru.
7. Lončarić, Z., (2009.): Program vježbi iz kolegija analize tla i gnojiva, Praktikum za studente, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
8. Lončarić, Z., Karalić, K., (2015.): Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
9. Mukasa, S. B., Rubaihayo, P. R. & Valkonen, J. P. T. ( 2006.): Interactions between acrinivirus, an ipomovirus and a potyvirus in co-infected sweetpotato plants. *Plant Pathology* 55:458-467.
10. Novak B., Žutić, I., Toth, N. (2003.): Utjecaj mikorize i obojenih PE filmova na prinos slatkog krumpira - batata (*I. batatas*), Priopćenja 38. skupa hrvatskih agronoma.
11. Orzolek M. D., Lamont W. J. (2002.): Summary and recommendations for use of mulch color in vegetable production, 30th National agricultural plastic congress, San Diego, CA.
12. Parađiković, N., Lončarić, Z., Vinković, T., Ćosić, J., Rastija, D., Popović, B., Stošić, M., (2014.): Tehnologija proizvodnje biljnih kultura u sklopu IPA IV projekta, Višnjica.

13. Wilson, L. G., Averre C. W., Baird J. V., Beasley E. O., Bonanno A. R., Estes E. A., and Sorensen, K. A. (1989.): Growing and Marketing Quality Sweet Potatoes. AG-09. North Carolina Agricultural Extension Service, Raleigh. 29 pp.
14. Woolfe, J. A. (1992.): Sweet potato, an Untapped Food Resource, Cambridge University.
15. Youg, C. K. (1962.): Effects of thermo Ipomoea batata under controlled conditions. Plantphysiologyc 36 No. str. 680–684, 1961.

#### Internet stranice

1. <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/173/kada-i-kako-ispravno-uzeti-uzorak-tla-za-analizu/>
2. <https://zivotnasredinabynatasa.blogspot.hr/2015/12/program-ispitivanja-zemljista.html>
3. [http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/17/prilog-broja-analizom-tla-do-veih-prinosa/8304#.WMFmV9I1\\_IU](http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/17/prilog-broja-analizom-tla-do-veih-prinosa/8304#.WMFmV9I1_IU)
4. <http://zdravozdravo.blogspot.hr/2014/04/uzgoj-batata.html>
5. [http://www.gospodarski.hr/Publication/2010/7/batat-stevija-i-jam-uzgoj-i-korist/7344#.V\\_y9ptJ\\_tA0](http://www.gospodarski.hr/Publication/2010/7/batat-stevija-i-jam-uzgoj-i-korist/7344#.V_y9ptJ_tA0)
6. <http://www.agroklub.com/povrcarstvo/razmnozavanje-batata/4535/>  
[http://www.savjetodavna.hr/adminmax/publikacije/batat\\_web.pdf](http://www.savjetodavna.hr/adminmax/publikacije/batat_web.pdf)
7. <https://www.agroklub.com/povrcarstvo/batat-bi-zaista-mogao-postati-sladak/14223/>

## 8. Sažetak

Batat (lat. *Ipomoea batatas* L.) ili slatki krumpir (eng. *Sweet potato*) višegodišnja je povrtna kultura koja je podrijetlom iz Južne Amerike. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi agrokemijska svojstva tla na području Virovitičko-podravske županije i procijeniti produktivnost te pogodnost tala za uzgoj batata na tom području. Ukupno je analizirano deset uzoraka tla na površinama Virovitičko-podravske županije, u sklopu istraživanja provedenih na IPA projektu SWEET (IPA IV Razvoj ljudskih potencijala). Analizirani uzorci uzeti su na dubini 0-30 cm te su utvrđena osnovna agrokemijska svojstva tla: pH vrijednost, koncentracija fosfora i kalija, sadržaj humusa, te hidrolitička kiselost. Analizirani uzorci s prosjekom  $pH_{KCl}$  5,04 pripadali su klasi umjerenom kiselih tala. Sadržaj humusa kretao se od 1,38 % do 1,75 % s prosječnim sadržajem humusa od 1,55 % te takvo tlo pripada slabo humoznim tlima, dok se koncentracija lakopristupačnog fosfora u analiziranim tlima kretala od 3,05 do 18,23 mg/100 g tla, te većina analiziranih uzoraka pripada klasi vrlo niske i niske opskrbljenosti fosforom. Uzorci su bili dobro i visoko opskrbljeni kalijem sa koncentracijom kalija od 17,93 do 32,11 mg/100 g. Pojedinačna (N, P, K) i dvojna gnojiva (NP, NK, PK) bila su bolja za primjenu nakon provedene analize tla jer su omogućila precizno uravnoteženu ishranu pojedinim elementom prema preporuci gnojidbe te su se tako preporučene doze MAP-a kretale od 200-280 kg/ha te 60 %-tnog kalijeveg klorida (KCl) 10 – 410 kg/ha. Najveća razlika precizne gnojidbe pojedinačnim gnojivima u odnosu na konvencionalnu gnojidbu kompleksnim gnojivima zabilježena je kod uzoraka za koje su preporučene najviše doze kompleksnih gnojiva 10:20:30 što je posljedica bilanciranja ishrane kalijem. S obzirom na dobivene rezultate područje Virovitičko-podravske županije pogodno je za uzgoj batata.

## 9. Summary

Sweet potato Batat (lat. *Ipomoea batatas* L.) is a perennial vegetable culture that originates in South America. The aim of this study was to determine the agrochemical properties of soil in the area of Virovitica-Podravina County and to estimate the productivity and the suitability of sweet potato growing in that area. Ten samples of soil were analyzed on the surface of the Virovitica-Podravina County, as part of the research conducted on the IPA SWEET (IPA IV Human Resources Development) project. The analyzed samples were taken at a depth of 0-30 cm and the basic agrochemical properties of the soil were determined: pH value, concentration of phosphorus and potassium, organic matter content and hydrolytic acidity. The analyzed samples with the  $pH_{KCl}$  5.04 average belonged to moderately acidic soil classes. The content of organic matter ranged from 1.38% to 1.75% with an average of 1.55%, and this soil belongs to poorly humid soils, while the concentration of phosphorous phosphorus in the analyzed soils ranged from 3.05 to 18.23 mg / 100 g of soil, and most of the analyzed samples belongs to the very low and low phosphorous class. The samples were well and highly potassium-rich with a potassium concentration of 17.93 to 32.11 mg / 100 g. Individual (N, P, K) and dual fertilizers (NP, NK, PK) were better for use because they provided precision balanced nutrition with a certain element according to the fertilizer recommendation. The recommended MAP doses ranged from 200 to 280 kg / ha and 60% potassium chloride (KCl) from 10 to 410 kg / ha. The largest difference between the precise fertilization of individual fertilizers compared to the conventional fertilization of complex fertilizers was observed in samples recommended for the highest doses of complex fertilizers 10:20:30 as a result of potassium balance assessment. Due to the results obtained, the area of Virovitica-Podravina County is suitable for the sweet potato growing.

## 10. Popis tablica

Tablica 1. Podjela tla prema pH reakciji u 1 M KCl po Schefferu i Schachtschabelu.....	11
Tablica 2. Granične vrijednosti za sadržaj humusa u tlu.....	12
Tablica 3. Podjela tala za fosfor prema rezultatu AL-metode.....	15
Tablica 4. Podjela tala za kalij prema rezultatu AL-metode, .....	15
Tablica 5. Agrokemijska svojstva tla namijenjenog za uzgoj batata.....	16
Tablica 6. Potrebna količina aktivne tvari (%) ovisno o razredu opskrbljenosti tla hranivima	20
Tablica 7. Preporuke gnojidbe dušikom na temelju sadržaja humusa i pH tla.....	21
Tablica 8. Preporučene količine pojedinačnih elemenata ishrane (kg/ha).....	22
Tablica 9. Preporučene količine pojedinačnih gnojiva i sredstva za kalcizaciju.....	22
Tablica 10. Primjer preporuke za gnojidbu batata.....	23

## 11. Popis slika

Slika 1. Uzimanje uzoraka sondom .....	8
Slika 2. Uzimanje uzoraka lopatom.....	9
Slika 3. Priprema prosječnog uzorka „čtvrtnjem“ .....	9

## 12. Popis grafikona

Grafikon 1. pH vrijednosti u 1 M KCl-u.....	17
Grafikon 2. Sadržaj humusa u analiziranim tlima .....	17
Grafikon 3. Opskrbljenost tala lakopristupačnim fosforom .....	18
Grafikon 4. Opskrbljenost tala lakopristupačnim kalijem.....	19
Grafikon 5. Razlike u količinama preporučениh količina gnojiva .....	24

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Sveučilišni diplomski studij, Ishrana bilja i tloznanstvo

Diplomski rad

Utjecaj produktivnosti tla na proizvodnju batata u Virovitičko - podravskoj županiji

Ivan Crnković

### Sažetak

Batat (lat. *Ipomoea batatas L.*) ili slatki krumpir (eng. *Sweet potato*) višegodišnja je povrtna kultura koja je podrijetlom iz Južne Amerike. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi agrokemijska svojstva tla na području Virovitičko-podravске županije i procijeniti produktivnost te pogodnost tala za uzgoj batata na tom području. Ukupno je analizirano deset uzoraka tla na površinama Virovitičko-podravске županije, u sklopu istraživanja provedenih na IPA projektu SWEET (IPA IV Razvoj ljudskih potencijala). Analizirani uzorci uzeti su na dubini 0-30 cm te su utvrđena osnovna agrokemijska svojstva tla: pH vrijednost, koncentracija fosfora i kalija, sadržaj humusa, te hidrolitička kiselost. Analizirani uzorci s prosječkom  $pH_{KCl}$  5,04 pripadali su klasi umjereno kiselih tala. Sadržaj humusa kretao se od 1,38 % do 1,75 % s prosječnim sadržajem humusa od 1,55 % te takvo tlo pripada slabo humoznim tlima, dok se koncentracija lakopristupačnog fosfora u analiziranim tlima kretala od 3,05 do 18,23 mg/100 g tla, te većina analiziranih uzoraka pripada klasi vrlo niske i niske opskrbljenosti fosforom. Uzorci su bili dobro i visoko opskrbljeni kalijem sa koncentracijom kalija od 17,93 do 32,11 mg/100 g. Pojedinačna (N, P, K) i dvojna gnojiva (NP, NK, PK) bila su bolja za primjenu nakon provedene analize tla jer su omogućila precizno izbalansiranu ishranu pojedinim elementom prema preporuci gnojidbe te su se tako preporučene doze MAP-a kretale od 200-280 kg/ha te 60 %-tnog kalijevog klorida (KCl) 10 – 410 kg/ha. Najveća razlika precizne gnojidbe pojedinačim gnojivima u odnosu na konvencionalnu gnojidbu kompleksnim gnojivima zabilježena je kod uzoraka za koje su preporučene najviše doze kompleksnih gnojiva 10:20:30 što je posljedica bilanciranja ishrane kalijem. S obzirom na dobivene rezultate područje Virovitičko-podravске županije pogodno je za ugoj batata.

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

**Mentor:** prof. dr. Brigita Popović

**Broj stranica:** 34

**Broj grafikona i slika:** 8

**Broj tablica:** 10

**Broj literaturnih navoda:** 22

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** batat, analiza tla, preporuke gnojidbe

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Nada Parađiković, predsjednik
2. izv.prof. dr. sc. Brigita Popović, mentor
3. doc. dr. sc. Tomislav Vinković, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Vladimira Preloga 1



## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Master thesis**

**Faculty of Agriculture in Osijek**

**University Graduate Studies Plant nutrition and pedology**

**Soil productivity impact to sweet potato production in Panonia region**

**Ivan Crnković**

### **Summary**

Sweet potato Batat (lat. *Ipomoea batatas* L.) is a perennial vegetable culture that originates in South America. The aim of this study was to determine the agrochemical properties of soil in the area of Virovitica-Podravina County and to estimate the productivity and the suitability sweet potato growing in that area. Ten samples of soil were analyzed on the surface of the Virovitica-Podravina County, as part of the research conducted on the IPA SWEET (IPA IV Human Resources Development) project. The analyzed samples were taken at a depth of 0-30 cm and the basic agrochemical properties of the soil were determined: pH value, concentration of phosphorus and potassium, organic matter content and hydrolytic acidity. The analyzed samples with the  $pH_{KCl}$  5.04 average belonged to moderately acidic soil classes. The content of organic matter were ranged from 1.38% to 1.75% with an average of 1.55%, and this soil belongs to poorly humid soils, while the concentration of phosphorous phosphorus in the analyzed soils were ranged from 3.05 to 18.23 mg / 100 g of soil, and most of the analyzed samples belongs to the very low and low phosphorous class. The samples were well and highly potassium-rich with a potassium concentration of 17.93 to 32.11 mg / 100 g. Individual (N, P, K) and dual fertilizers (NP, NK, PK) were better for use because they provided precision balanced nutrition with a certain element according to the fertilizer recommendation. The recommended MAP doses were ranged from 200 to 280 kg / ha and 60% potassium chloride (KCl) from 10 to 410 kg / ha. The largest difference between the precise fertilization of individual fertilizers compared to the conventional fertilization of complex fertilizers was observed in samples recommended for the highest doses of complex fertilizers 10:20:30 as a result of potassium balance assessment. Due to the results obtained, the area of Virovitica-Podravina County is suitable for the sweet potato growing.

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

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Brigita Popović

**Number of pages:** 34

**Number of figures:** 8

**Number of tables:** 10

**Number of references:** 22

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** sweet potato, soil analysis, fertilizer recommendations

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. Nada Parađiković, Ph. D., chairman
2. Brigita Popović, Ph. D., mentor
3. Tomislav Vinković, Ph. D., member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1