

# Analize tla i preporuka gnojidbe za luk (Allium cepa L.) na OPG-u Krčmar

---

**Povijač, Marta**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:185:628009>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-28**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Križevci college of agriculture - Final thesis repository Križevci college of agriculture](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Marta Povijač, bacc.ing.agr.

**ANALIZE TLA I PREPORUKA GNOJIDBE ZA LUK  
(*Allium cepa L.*) NA OPG-u KRČMAR**

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Križevci, 2021.

REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Specijalistički diplomski stručni studij

*Poljoprivreda*

Usmjerenje: *Održiva i ekološka poljoprivreda*

Marta Povijač, bacc.ing.agr.

**ANALIZE TLA I PREPORUKA GNOJIDBE ZA LUK  
(*Allium cepa L.*) NA OPG-u KRČMAR**

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnoga rada:

Dr. sc. Ivka Kvaternjak, prof. v.š., predsjednica povjerenstva i članica

Dr. sc. Andrija Špoljar, prof. v.š., mentor i član

Mr. sc. Vlado Kušec, v. pred., član

Križevci, 2021.

## **PODACI O RADU**

Završni specijalistički diplomski stručni rad izrađen je na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima pod mentorstvom dr. sc. Andrija Špoljar, prof. v. š.

Rad sadrži:

- 37 stranica,
- 3 slike,
- 4 tablice,
- 40 navoda literature.

# SADRŽAJ

1.	<i>UVOD I CILJEVI</i>	1
2.	<i>PREGLED LITERATURE</i>	2
3.	<i>METODE RADA</i>	8
4.	<i>REZULTATI ISTRAŽIVANJA</i>	11
4.1.	<i>Značajke tla i preporuke gnojidbe</i>	11
4.1.1.	<i>Značajke tla</i>	11
4.1.2.	<i>Gnojidba tla</i>	13
4.1.2.1.	<i>Primjer izračuna količine hraniva za planirani urod</i>	14
4.1.2.2.	<i>Primjer izračuna potrebne količine dušika</i>	14
4.1.2.2.1.	<i>Primjer izračuna potencijalne mineralizacije</i>	15
4.1.2.3.	<i>Gnojidba fosforom i kalijem</i>	15
4.1.2.4.	<i>Izračun količine materijala za kalcifikaciju</i>	16
4.1.2.5.	<i>Potrebne količine hraniva za gnojidbu crvenog luka</i>	16
4.2.	<i>Mehanizacija u postupku gnojidbe luka na OPG Krčmar</i>	17
4.2.1.	<i>Prskalica BIARDZKI</i>	17
4.2.2.	<i>Rasipač KUHN</i>	18
4.2.3.	<i>Prikolica SIP ORION 40</i>	19
5.	<i>RASPRAVA</i>	20
6.	<i>ZAKLJUČCI</i>	23
7.	<i>LITERATURA</i>	25
	<i>POPIS KRATICA</i>	29
	<i>SAŽETAK</i>	30
	<i>ABSTRACT</i>	31
	<i>MARTA POVIJAČ ŽIVOTOPIS</i>	33

## 1. UVOD I CILJEVI

Predmet istraživanja ovog specijalističkog diplomskog rada je izrada analiza tla u Pedološko-agrokemijskom laboratoriju, na temelju kojih će se izraditi preporuka gnojidbe za luk. Analize tla obuhvaćaju različite laboratorijske postupke kojima se utvrđuju kemijske, fizikalne i biološke značajke tla kao što su: količina humusa, fiziološki aktivni kalij i fosfor, ukupni sadržaj dušika, pH vrijednost tla i njegova potencijalna kiselost. Rezultati analiza tla dat će odgovor o potrebi popravljavanja njegove plodnosti te će se utvrditi količine i vrste gnojiva s kojima treba obaviti gnojidbu.

Plodnost tla je njegova sposobnost da biljci osigura hraniva, vodu, zrak i toplinu, odnosno edafske vegetacijske čimbenike (Špoljar, 2015.). Vukadinović i Bertić (2013.) navode kako definicija plodnosti tla zahtijeva više vrijednosnih prosudbi jer je ona kompleksna, odnosno plodnost je njegova sposobnost da funkcionira u odnosu na njegovu specifičnu uporabu. Ovakav stav je u skladu sa starijim poimanjem „zemljišne kvalitete“. Međutim, odnos između široko definiranih funkcija tla i njegovih različitih namjena ne može se potpuno razriješiti, premda se većina znanstvenika slaže da je plodnost tla iznimno koristan koncept.

Bašić i Herceg (2010.) razlikuju primarnu, prirodnu, tradicionalnu i tehnološku plodnost. Primarna plodnost se odnosi na tlo pod prirodnom vegetacijom, a prirodna je rezultat fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki nekog tipa tla. Tradicionalna plodnost je rezultat ekstenzivnog načina gospodarenja tлом, a tehnološka se odnosi na utjecaj čovjeka. Gračanin razlikuje (cit. Škorić, 1975.) potencijalnu i efektivnu plodnost tla. Potencijalna plodnost definira se kao ukupna količina biogenih elemenata i bilanca svih njegovih pozitivnih i negativnih značajki, a efektivna je dio potencijalne i odnosi se na opskrbljenost tla hranivima, vodom, zrakom i toplinom u pristupačnom obliku. Praćenje plodnosti tla naziva se kontrola plodnosti i ponajprije obuhvaća praćenje fiziološki aktivnih hraniva u tlu (pristupačni fosfor i kalij), količinu humusa, ukupni sadržaj dušika i reakciju tla.

Kod kiselih tla određuje se potencijalna kiselost na temelju kojih se preporučaju količine materijala za kalcifikaciju. Od plodnosti tla treba razlikovati njegovu produktivnost, a ona je rezultat utjecaja klime, biljne vrste, značajki tla, utjecaja čovjeka i vremena. Ovaj rad obuhvaća

prvenstveno praćenje plodnosti tla a temeljem analitičkih podataka za planirani urod luka izračunate su i preporučene količine mineralnih gnojiva.

Ranija praksa uzgoja luka na OPG-u Krčmar nije uključivala analizu tla, odnosno količine gnojiva su dodavane proizvoljno, što je osim neujednačenih uroda luka nepovoljno i s gledišta rizika za okoliš. Stoga je cilj ovoga rada analizirati ključne fizikalne i kemijske značajke tla u svrhu kontrole njegove plodnosti kako bi se dale preporuke gnojidbe za proizvodnju luka koja bi osim visokih uroda imala i minimalne rizike po okoliš. Provedene analize tla pokazat će je li analizirano tlo pogodno za uzgoj luka te će se moći dati preporuke za uzgoj. Osim toga, na temelju analiziranih fizikalnih i kemijskih značajki tla preporučit će se odgovarajuća mehanizacija koja će manje utjecati na moguće degradacijske procese u tlu.

## **2. PREGLED LITERATURE**

Beinrauch (2018.) navodi da su sve veće potrebe potrošača, a tako i velikih trgovačkih centara za kvalitetnim domaćim povrćem, između ostalog i lukom. Luk je bogat vitaminom A i C te sadrži značajan udio vlakana. Kao zimski luk uzgaja se onaj koji nema pravu zadebljalu lukovicu, nego formira tzv. „lažnu“ lukovicu.

Benko i Šubić (2017.) navode da je s obzirom na potrebe za hranivima, u proizvodnji luka neophodna mineralna gnojidba. Prilikom planiranja mineralne gnojidbe bitan je odnos dušika, fosfora i kalija. Zahtijevani odnos hraniva teško se može naći na tržištu gnojiva te se stoga gnojidba temelji na uravnoteženom odnosu fosfora i kalija, dok se potreba za dušikom podmiruje primjenom dušičnih gnojiva (UREA ili KAN).

Brčić (1991.) navodi kako se mineralna i organska gnojiva apliciraju u povrćarstvu na više načina, kao na primjer: sipanje, lokalno polaganje i folijarna gnojidba s irigacijom. Cijeli je niz strojeva za primjenu organskih i mineralnih gnojiva, primjerice to su: strojevi za gnojenje krutim stajskim gnojem i kompostom, te strojevi za primjenu komposta, mineralnih gnojiva i za folijarnu gnojidbu. Najčešća metoda primjene gnojiva provodi se pomoću rasipača. To je posebno istinito zbog činjenice da velike bazne doze prije ili nakon sadnje zahtijevaju veći kapacitet posipavanja u kratkom vremenu jer je prozor sadnje obično mali (<https://www.ics-agri.com>).

Gateri i sur. (2018.) istražuju utjecaj gnojidbe dušikom na urod i kvalitetu crvenog luka. Autori utvrđuju da prihrana šest tjedana nakon sadnje sa  $104 \text{ kg N ha}^{-1}$  daje najbolje rezultate glede visine biljke, broja listova, promjera i težine luka te uroda i tržnog uroda luka. Prihrana u dvanaestom tjednu iza sadnje rezultirala je smanjenjem uroda za 23%. Temeljem toga autori zaključuju da je najbolje vrijeme prihrane dušikom šest tjedana nakon sadnje.

Jakolić (1985.) navodi da luk vrlo dobro reagira na gnojidbu kompostiranim gnojem. Organskim je gnojivima dobro gnojiti na mineralnim tlima, a na tresetnim organska gnojidba nije potrebna pa se dušik, fosfor i kalij daju mineralnom gnojidbom. Fosforna i kalijeva mineralna gnojiva daju se prije sjetve ili sadnje, a dušik se daje u dva navrata. Kasnu gnojidbu dušikom treba izbjegavati, jer može produžiti vegetaciju. Luk naročito dobro reagira na dodavanje kalijevih gnojiva. Preporučuje se gnojiti sa  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  dušika u dva navrata,  $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  i  $200 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ .

Jakolić (1985.) ističe da se stajski gnoj u krutom i tekućem stanju razbacuje po površini parcele i onda se zaorava. Za utovar krutog stajskog gnoja preporučaju se prednji traktorski utovarivači. Kruti stajski gnoj se utovaruje utovarivačem direktno u prikolicu za razbacivanje, a čitav posao obavlja samo jedan čovjek. Tekući stajski gnoj goveda i svinja sve više se upotrebljava i na individualnim poljoprivrednim gospodarstvima. Standardna oprema za izvoženje i rasipanje su cisterne.

Kordić (2014.) navodi da su ishrana bilja i fertilizacija usko povezane, a racionalna i ekonomski isplativa gnojidba je ona koja odgovara potrebama i stanju kultura. Pri tome treba voditi računa o opskrbljenosti tla biogenim elementima i stanju ishranjenosti biljke. Bez dobro proračunate gnojidbe ne mogu se postići visoki i stabilni urodi odgovarajuće kakvoće niti ostvariti profitabilna proizvodnja. Zato je gnojidba jedna od najbitnijih agrotehničkih mjera u primarnoj organskoj produkciji.

Kvaternjak i sur. (2012.) u istraživanju antropogenog utjecaja na zbijenost i trenutnu vlažnost tla u vinogradima različite starosti utvrđuju veći mehanički otpor tla u tragu kotača uslijed prirodne konsolidacije tla u mlađim nasadima vinograda u odnosu na starije. Sadržaj vlage povećavao se po slojevima tla od 10 cm s povećanjem dubine.



Lancaster i sur. (2001.) na temelju opsežnih istraživanja zaključuju da nedovoljna količina sumpora ograničava rast lukovice, smanjuje odlaganje sumpora u staničnim stijenkama, što smanjuje čvrstoću lukovice. Luk je jedna od najosjetljivijih kultura na zaslanjenost tla i visoku koncentraciju tekuće sastavnice tla, o čemu treba voditi računa pri gnojidbi. To može biti, kako navodi autor, uzrok smanjenog sklopa biljaka nakon nicanja.

Lazić (2007.) navodi da je za luk potrebno plodno do srednje lako tlo s pH vrijednošću od 6,8 do 7,5. Optimalna temperatura je od 18 do 20 °C, a smrzava se na od -3 do -15 °C, ovisno o fazi rasta. Zalijevanje je obavezno pri uzgoju iz rasada i sjemena do stvaranja lukovice, svakih od 10 do 15 dana sa 25 l/m<sup>2</sup> vode.

Lešić i sur. (2004.) navode da se na mineralnim tlima siromašnim humusom luk uzgaja nakon kulture gnojene organskim gnojivom. U iznimnom slučaju dobre rezultate može dati gnojidba zrelim stajskim gnojem zaoranim u jesen za proljetnu sjetvu ili sadnju. Pri gnojidbi fosforom i kalijem treba uzeti u obzir da je korijen luka plitak, male gustoće i da nema korijenovih dlačica pa zbog toga treba veću koncentraciju fosfora i kalija u tekućoj sastavnici tla.

Lončarić i Parađiković (2015.) navode da je optimalna reakcija tla za uzgoj crvenog luka od 6 do 7. Autori ističu da je luk osjetljiv na direktnu organsku gnojidbu pa se luk preporuča uzgajati na površini gdje je izvršena organska gnojidba predkultura. Prinos luka od 1 t prema autorima iznosi iz tla od 2,5 do 2,8 kg dušika, od 1 do 1,2 kg fosfora i od 3,2 do 7 kg kalija. Kod uobičajene mineralne gnojidbe preporuča se u osnovnoj gnojidbi dodati polovicu od potrebne količine dušika. Ukupnu količinu fosfora i kalija preporuča se dodati s osnovnom obradom tla i u pripremi tla za sadnju. Uobičajeno je da se polovica do 2/3 dodaju s osnovnom obradom, a 1/3 do polovica kod pripreme tla za sadnju. Prihranu dušikom preporuča se obaviti u fazi tri lista kada su biljke visine od 10 do 15 cm.

Matotan (2004.) ističe budući da se luk sije ili sadi u rano proljeće, obradu tla je potrebno obaviti odmah nakon predkulture. Iza predkultura gnojenih krutim stajskim gnojem obavlja se osnovna obrada dubokim jesenskim oranjem na dubinu od 30 cm. U jesen se ponovno ore na dubinu od 35 cm. Iza jesenskog oranja na srednje plodnim tlima gnoji se s oko 600 kg ha<sup>-1</sup> NPK (7:20:30). Prije predstjetvene pripreme tlo se poravna i gnoji s još 400 kg ha<sup>-1</sup> NPK (15:15:15). Kod tri formirana lista i u početku formiranja glavica, obavlja se prihrana sa 100 kg ha<sup>-1</sup> KAN-a.

Matotan (2009.) navodi kako je fertilizacija agrotehnička mjera koja se provodi s osnovnim ciljem postizanja visokog uroda dobre kvalitete i popravljajanja plodnosti tla bez štetnog utjecaja na okoliš. Provodi se zbog popravaka tla kao supstrata ishrane bilja, dodatak je prirodnoj opskrbljenosti hranivima i nadomješta hraniva iznesena urodom ili izgubljena iz tla na drugi način.

Miškulin (2016.) ističe kako je luk kultura koja nema pretjeranih zahtjeva za navodnjavanjem te može uspijevati na raznim tlama. Pošto se danas diljem svijeta proizvode raznovrsni hibridni kultivari koji su otporniji na bolesti i štetnike sve manje se uzgajaju lokalni ekotipovi. Luk treba dobro propusno tlo i laganijeg mehaničkog sastava, kako bi se mogle formirati što pravilnije i ujednačenije glavice. Stoga mu odgovaraju tla bogata organskom tvari, bez stajaćih voda i s dovoljnom količinom fosfora koji je važan za formiranje ploda - glavice.

Separatori su prikladni za odvajanje krute faze iz raznih tekućina poput stajskog gnoja, u primjeni u klaonicama, destilerijama te papirnoj i prehrambenoj industriji. Separacijom se dobivaju tekuća i kruta faza koje je puno lakše skladištiti, transportirati te iskoristavati u posebne svrhe. Kruta faza u slučaju krutog stajskog gnoja visoko je vrijedno hranjivo za oranice koje se lako skladišti, transportira i rasipa. Tekuća faza omogućuje skladištenje bez stvaranja kore i taloga te sadrži manje razine dušika i fosfora, brzo prodire u tlo te se može distribuirati klasičnim metodama gnojenja i navodnjavanja (<http://www.panonagro.com/>).

Parađiković (2002.) ističe ako se sjetva obavlja u rano proljeće, obradu tla treba obaviti u jesen, dubokim oranjem do 35 cm. Priprema tla mora biti vrlo kvalitetna bez mikrodepresija, jer to omogućava kvalitetnu sjetvu ili sadnju te dobro i ujednačeno nicanje. Obrada tla se vrši sjetvospremačem - (RAU) sustav. Pravilnu gnojidbu je moguće odrediti samo ako je prethodno izvršena agrokemijska analiza tla te izrađena preporuka gnojidbe. Osnovnu gnojidbu treba obaviti sa od 600 do 800 kg NPK (0,8 : 1 : 1).

Petrović (2017.) naglašava da bi rezultat uzgoja luka bio bolji potrebna je stalna njega usjeva. Ističe da pri korištenju različitih herbicida, fungicida i drugih kemijskih proizvoda nema nikakvih štetnika, bolesti i korova. Za uzgoj luka je vrlo važan plodored, a najbolje predkulture su: pšenica, ječam, uljana repica, djetelina, krumpir i grah. Pored hranjivih tvari, tijekom svog rasta i razvoja luku treba osigurati dodatnu količinu vode koju ne može dobiti prirodnim uvjetima.

Reid i sur. (2019.) navode da se gnojidba crvenog luka obavlja nakon provedene kemijske analize tla radi osiguranja optimalne količine hraniva i zaštite okoliša uz uvažavanje potencijalnih uroda. Autori ističu da se obično gnojidba crvenog luka obavlja kalijevim sulfatom da bi se spriječio negativan učinak klora. Glede gnojidbe dušikom, najveća potreba za tim hranivom utvrđena je u fazi brzog porasta (80 dana nakon sadnje). Također je utvrđeno da gnojidba većim količinama dušika od potrebe za potencijalni urod utječe na kvalitetu luka. Simulacijskim modelom autori procjenjuju utjecaj reakcije tla na urod luka i utvrđuju da pH vrijednost tla između od 5,5 do 6,0 smanjuje urod suhe tvari luka za 30%.

Seabrook (1976.) navodi da je za uzgoj luka potrebno dobro obrađeno tlo otvorene i sunčane pozicije u prostoru. Postoje tri moguća datuma za sjetvu. Prvi i daleko najpovoljniji je u proljeće. U praksi to varira od konca veljače do početka travnja. Što je luk ranije posijan i što bolje nikne, to je vjerojatnije da će imati veće lukovice.

Špoljar (2007. i 2015.) navodi kako se gnojidba obavlja na temelju opskrbljenosti tla biogenim elementima i sukladno planiranom urodu prema potrebama biljaka za hranivima. U proizvodnji kulturnog bilja, kako navodi autor, iznose se velike količine hraniva iz tla, čime se tlo osiromašuje biogenim elementima. Za razliku od kulturnog bilja prirodna vegetacija, poput šuma i trava ostavlja značajne količine hraniva u tlu. Nepovoljna bilanca hraniva kojoj su uzrok kulturne biljke popravljaju se gnojidbom.

Špoljar i sur. (2014.) u istraživanju antropogenog zbijanja tla u četiri vinograda različite starosti utvrđuju pretežno veće vrijednosti mehaničkog otpora tla u tragu kotača mehanizacije u odnosu na one izmjerene u sredini između traga kotača. Autori također utvrđuju uglavnom veće vrijednosti trenutne vlažnosti tla u sredini između traga kotača, a razlog tomu može biti u većoj infiltracijskoj sposobnosti tla, koje nije bilo izloženo prohodnosti mehanizacije. Sa stanovišta održivog gospodarenja tлом preporuča se uporaba lakše mehanizacije i prema mogućnosti smanjivanje broja prohoda.

Tadić (2015.) uspoređuje dinamiku rasta i uroda dviju domaćih populacija luka u uvjetima standardne organske i mineralne gnojidbe koja je ekološki prihvatljiva. Najveće vrijednosti istraživanih morfoloških parametara ostvarene su mineralnom gnojidbom, a pretežno statistički opravdano manje primjenom ekološkog i organskog gnojiva.

Tadić i sur. (2018.) istražuju utjecaj gnojidbe na morfološka svojstva, urod i održivost domaćih ekotipova i introduciranog luka. Postavljen je pokus sa dva domaća ekotipa. Lučice su bile posađene u negnojeno tlo te u tlo gnojeno s organskim i mineralnim gnojivom. Autori navode da je mineralna gnojidba značajno utjecala na visinu biljke, dok ostale varijante nisu imale bitan utjecaj.

Tekeste i sur. (2018.) istražuju utjecaj gnojidbe dušikom i fosforom na kvalitetu i urod crvenog luka. Autori dobivaju optimalni urod luka primjenom  $103,5 \text{ kg N ha}^{-1}$  i  $92 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ .

Umeljić (2004.) navodi da prije sadnje luka u tlo treba aplicirati eko gnojivo ili dobro razgrađeni kruti stajski gnoj, a ne preporuča se korištenje svježeg stajskog gnoja. Tijekom vegetacijskog razdoblja, kako navodi autor, dobro je u tlo dodati drveni pepeo koji sadrži kalij. Naglašava kako treba izbjegavati gnojiva bogata dušikom jer bi luk tada slabije zrelao.

Vukadinović i Bertić (2013.) ističu kako se gnojidbom povećava mogućnost primanja hraniva povećanjem i održavanjem kritične koncentracije hraniva u tlu ili se preporuča njihov neznatan višak. Autori navode kako su relevantni čimbenici, temeljem kojih se daje gnojidbena preporuka značajke tla, predkultura, žetveni ostaci, agrotehnika i zaštita kultura. Odnos između tih indikatora i produktivnosti je dinamičan i kompleksan, a svaki od njih može biti čimbenik minimuma te imati ograničavajući učinak na rast i razvoj biljaka, odnosno tvorbu uroda. Zato je zadatak gnojidbene preporuke identifikacija čimbenika minimuma, a tek onda određivanje količine hranjiva koju treba unijeti u tlo gnojidbom.

Vukadinović i Bertić (2013.) navode kako je gnojidba agrotehnička mjera koja povećava produktivnost tla i uložnog rada u poljoprivrednoj proizvodnji. Budući da u sastav biljaka ulazi čitavi niz elemenata koje biljke primaju iz tla ili atmosfere, a neki su, posebice dušik, fosfor i kalij, potrebni u velikim količinama. Gnojidba je zapravo neizostavna agrotehnička mjera od prvorazrednog značaja. Mnogi biogeni elementi vraćaju se u tlo prirodnim putem, znatan dio iznosi ih se žetvom, jedan dio se ispire ili se promijeni u nepristupačne oblike za biljke. Tako izgubljen dio hraniva iz tla ukoliko se ona ne nadoknade osiromašuje tlo i prinos opada. Stoga je zbog postizanja održivih uroda gnojidba nužna u popravku nepovoljne bilance hranjiva u tlu.

Warncke i sur. (2004.) preporučaju potrebne količine hraniva za povrćarske kulture. Autori navode da urod crvenog luka od 1 t iznosi iz tla 2,5 kg dušika, 1,2 kg fosfora i 5 kg kalija.

### 3. METODE RADA

U Pedološko-agrokemijskom laboratoriju Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima izrađene su analize tla. Uzorkovanje tla je obavljeno na proizvodnim površinama Obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva Krčmar u Vulariji. Metode uzorkovanja i izrade analiza tla odgovaraju standardima koje daje Pernar (2012.). Uzet je prosječni uzorak tla s proizvodne površine veličine 100 m<sup>2</sup> po dijagonali parcele sa sedam mjesta u jednom i sa sedam mjesta u drugom smjeru. Sistematska pripadnost tla određena je prema klasifikaciji tala Republike Hrvatske (Husnjak, 2014.). Tekstura tla je određena opipom pod prstima i valjanjem valjčića, a struktura također opipom pod prstima. Nazočnost kalcijevog karbonata ustanovljena je kvalitativno pomoću 10% -tne klorovodične kiseline.

Izrađene su sljedeće laboratorijske analize:

- ukupni sadržaj dušika (ISO 11261:2004),
- sadržaj humusa (ISO 10390:2005),
- reakcija tla (ISO 10390:2005),
- hidrolitska kiselost tla (ISO 10693:1995),
- adsorpcijski kompleks tla (ISO 8190:1992),
- fiziološki aktivni sadržaj fosfora (ISO 6491:2001),
- fiziološki aktivni sadržaj kalija (ISO 14911:2001).

Ukupni sadržaj dušika u tlu određen je prema metodi Kjeldahla. Za razgradnju je potrebno odvagati 1 ili 2 g uzorka tla s točnošću 0,001 g u kolonu za spaljivanje. Dodaju se dvije tablete katalizatora pincetom, zatim 15 ml otopine salicilne kiseline pomoću dispensora i sve se ostavi odstajati oko 30 minuta. Blok je potrebno zagrijavati za spaljivanje na 420 °C. Kolone se stavljaju zajedno s uzorkom u zagrijani blok i poklope se kapom za povratno hlađenje. Uzorak se spaljuje do potpune razgradnje organske tvari, odnosno dok otopina u staklenoj koloni nije potpuno bezbojna. Nakon toga slijedi destilacija i titracija (Čoga i Slunjski, 2018.).

Sadržaj humusa određen je prema Tjurinu. Izvaži se od 0,10 do 0,50 g zrakosuhog tla u Erlenmayerovu tikvicu od 100 ml. Na vrhu žlice dodaje se srebrov sulfat i sve se na kraju prelije sa 10 ml 0,4 M kalijevog bikromata. Uzorak se pažljivo promućka i pokrije malim lijevkom. Kuha se na niskoj temperaturi pet minuta. Nakon skidanja s električne ploče oprezno se preko lijevka dodaje malo destilirane vode i ostavi se na hlađenje. Kvantitativno se prebacuje u

Erlenmayerovu tikvicu od 250 ml i dodaje se destilirana voda da ukupni volumen bude približan 150 ml. Nakon toga se titrira Mohrovom soli do pojave zelene boje. Uz svaku seriju uzoraka radi se slijepa proba, u koju se umjesto uzorka tla stavi kvarcni pijesak, a svi ostali reagensi kao i postupak isti su kao i kod probe (Čoga i Slunjski, 2018.).

Reakcija tla (pH) mjeri se elektrometrijski, kombiniranom elektrodom na pH metru, u suspenziji tla i vode (aktivna kiselost) i suspenziji tla i 1 M KCl-a u masenom omjeru 1:2,5. Odvagane se dva puta po 10,0 g tla u dvije epruvete označene analitičkim brojem. Jedna epruveta s odvaganim tлом prelije se s 25 ml destilirane vode, a druga s 25 ml 1 M KCl-a. Uzorci se moraju dobro promiješati staklenim štapićem te staviti na tresilicu jedan sat. Dok se uzorci mučkaju uključi se pH metar da se zagrije, baždari se aparat, odnosno provjeriti pH pufera sukladno naputku proizvođača. Očitaju se vrijednosti pH na pH metru, uz ispiranje elektrode destiliranom vodom i laganim sušenjem mekanim papirom iza svakog uranjanja u otopinu (očitanja), (Čoga i Slunjski, 2018.).

Hidrolitska kiselost tla određena je prema metodi Kappena. Za određivanje hidrolitske kiselosti tla koriste se otopine alkalnih soli, uglavnom natrijev ili kalcijev acetat. Princip metode zasniva se na reakciji ovih soli s tлом, odnosno vrši se zamjena  $H^+$  (i  $Al^{3+}$ ) iona s alkalnim ionima acetata. Kao rezultat te zamjene u otopini se pojavljuje octena kiselina čija se količina određuje s 0,1 M NaOH (Čoga i Slunjski, 2018.).

Adsorpcijski kompleks tla određen je prema modificiranoj metodi. U Erlenmayerovu tikvicu vagne se 20 g sitnice, doda 100 ml 0,1 M HCl-a, promućka i ostavi stajati neko vrijeme. Pripremljena suspenzija tla i 0,1 M HCl-a profiltrira se preko filter papira, od filtrata uzme 50 ml i titrira 0,1 M NaOH do pojave blago ružičastog obojenja (Špoljar, 2007.).

Fiziološki aktivni sadržaj fosfora određen je prema AL-metodi. Kao ekstraktivno sredstvo koristi se AL-otopina (pH~3,75). To je otopina amonijevog acetata, mliječne i octene kiseline. Ovom metodom moguće je ekstrahirati fosfor iz sekundarnih kalcijevih i drugih fosfata te fosfor iz svježih taložanih tercijarnih fosfata. Iz bistrog filtrata pipetira se 10 ml u Erlenmayerovu tikvicu od 100 ml, dodaje se 15 ml destilirane vode, 2 ml smjese amonijevog molibdata i fotoreksa te 1 ml otopine kositrovog klorida. Nakon toga se lagano promućka i ostavi stajati od 30 do 60 minuta da se razvije plava boja (Čoga i Slunjski, 2018.).

Fiziološki aktivni sadržaj kalija određen je prema AL-metodi. Ekstakcija se provodi AL-otopinom, koristi se isti ekstrakt kao za određivanje fiziološki aktivnog fosfora, a određivanje sadržaja kalija provodi se direktno iz ekstrakta tla na plamenom fotometru ili emisijom na AAS-u, sukladno napatku proizvođača uređaja. Dio bistrog filtrata odlije se u male epruvete. Koncentracije  $K_2O$  direktno se očitaju na plamenom fotometru koji je prije očitavanja potrebno baždariti serijom radnih standardnih otopina za  $K_2O$ , pripremljenih iz osnovne otopine za standardne (Čoga i Slunjski, 2018.).

Preporuke gnojidbe za uzgoj luka izrađene su prema Lešić i sur. (2004.), Warncke i sur. (2004.) i Lončarić i sur. (2015.). Na temelju analitičkih podataka i prema planiranom urodu luka date su preporuke gnojidbe (Špoljar, 2007. i 2015.). Uzgoj luka obavljen je mehanizirano. Na temelju sadržaja humusa i određivanjem veličine strukturnih agregata na terenu procijenjen je utjecaj mehaniziranog uzgoja na zbijanje tla i kvarenje strukture (Brčić, 1991; Jakolić, 1985.; Špoljar, 2015.).

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Značajke tla i preporuke gnojidbe

#### 4.1.1. Značajke tla

Prema klasifikaciji tala Republike Hrvatske determinirano je vrtno tlo (hortisol) iz razreda antropogenih terestričkih tala (Husnjak, 2014.). Tlo je nastalo dugogodišnjom obradom te mineralnom i organskom gnojidbom i ima antropogeni Psdo horizont dubine približno od 30 do 35 cm. Na terenu je ustanovljena velika ekološka dubina tla, odnosno dubina do koje dopire korijenov sustav biljaka. Također je utvrđeno da tlo ima dobre fizikalne, kemijske i biološke značajke, pa se može reći da je povoljno za uzgoj povrća. Opipom pod prstima i valjanjem valjčića utvrđena je praškasto ilovasta tekstura i mrvičasta struktura tla. Kvalitativnom analizom nije utvrđena nazočnost kalcijevog karbonata u tlu.

Luk ne podnosi kisela tla i ima velike zahtjeve prema svjetlu. Razvoj korijenovog sustava luka ovisi o veličini lukovice i tipu tla. Kod krupnih lukovica na lakim tlima korijen se rasprostire u dubinu od 30 do 40 cm i širinu do 40 cm. Osnovna masa najaktivnijeg dijela korijena je plitka u sloju od 5 do 20 cm. Luk najbolje uspijeva na strukturnom, srednje lakom ili srednje teškom tlu. Urod na izrazito lakim tlima limitiran je nedostatkom vode i hraniva. Ako je riječ o pjeskovitim tlima potrebno je intenzivnije navodnjavanje. Teška tla, posebno s visokom razinom podzemne vode ne odgovaraju za uzgoj luka jer negativno djeluju na rast i kvalitetu lukovice. Za uzgoj luka preporuča se rahlo, humozno i prozračno tlo. Luk uspijeva na tlima približno neutralne reakcije pH vrijednosti od 6,8 do 7,5 i ne podnosi kiselu reakciju tla. Za luk su nepovoljni tereni s depresijama, u kojima se dulje zadržava voda, a i veća je relativna vlažnost zraka (<http://www.bilje.hr>).

Rezultati kemijskih značajki istraživnog tla nalaze se u tablici 1. Za planirani urod luka i prema rezultatima provedenih analiza tla preporučena je mineralna gnojidba. Reakcija tla mjerena u 1 M KCl iznosi 5,87. Prema Gračaninu tlo je kisele reakcije. Preporučena količina kalcijevog karbonata za kalcifikaciju iznosi 29,06 dt ha<sup>-1</sup>. Stupanj zasićenosti koloidnog kompleksa tla bazama je 70% i ukazuje na visoku opskrbljenost baznim kationima. Kako proizlazi iz utvrđenih fizikalnih i kemijskih značajki tla istraživano tlo je povoljno za uzgoj luka, naime



nisu utvrđena značajnija ograničenja. U analiziranom uzorku utvrđeno je 4,31% humusa i tlo je dosta humozno.

Tablica 1. Rezultati kemijskih značajki tla

Redni broj	Oznaka kemijske analize tla	Jedinica	Vlastiti uzorci
			2019. godina
1.	Reakcija tla u vodi	pH	7,05
2.	Reakcija tla u 1 M KCl	pH	5,87
3.	Suma baznih kationa (S)	mmol ekv.	23,00
4.	Nezasićenost adsorpcijskog kompleksa (T-S)	mmol ekv.	10,075
5.	Maksimalni adsorpcijski kompleks (T)	mmol ekv.	33,075
6.	Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa (V)	%	70,00
7.	Hidrolitska kiselost, $y_1$	Mmol	6,45
8.	Količina $\text{CaCO}_3$	dt/ha	29,06
9.	Količina humusa prema Tjurinu	%	4,31
10.	Ukupni dušik	%	0,14
11.	Biljkama pristupačan $\text{P}_2\text{O}_5$ , (AL-metoda)	mg/100 g tla	45,96
12.	Biljkama pristupačan $\text{K}_2\text{O}$ , (AL-metoda)	mg/100 g tla	22,88

Godišnju mineralizaciju dušika moguće je utvrditi računski. Pretpostavlja se da se godišnje mineralizacijom oslobađa 1%, a dubina tla je od 0 do 30 cm, dušika ima 4 %, a volumna gustoća iznosi  $1,32 \text{ g/cm}^3$ . Kod mineralnih tala ona se kreće od 1,0 do  $1,6 \text{ g/cm}^3$ .

**Ukupni dušik** u tlu obuhvaća sve oblike u kojima se dušik nalazi: pristupačne oblike (nitratni  $\text{NO}_3^-$ , amonijačni  $\text{NH}_4^+$  i nitritni  $\text{NO}_2^-$ ), te organski dušik (biljci nepristupačan sve dok ne prođe proces mineralizacije). Od ukupnog dušika biljke mogu iskoristiti tek od 1 do 3 %, ovisno o uvjetima mineralizacije organske tvari. U analiziranom tlu utvrđen je sadržaj ukupnog dušika u iznosu od 0,14%.

**Količina biljci pristupačnog fosfora** u tlu predstavlja onaj fosfor koji biljka može direktno iskorištavati putem svog korijenovog sustava. Fosfor je biljci neophodan u svim životnim procesima, a naročito u procesima vezanim uz iskorištavanje energije. On pozitivno utječe na ukorjenjivanje presadnica te na cvatnju i oplodnju. U analiziranom tlu utvrđene su visoke količine fosfora,  $45,96 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}^{-1}$  tla iz čega se može vidjeti da je tlo vrlo bogato opskrbljeno pristupačnim fosforom.

**Količina biljci pristupačnog kalija** u tlu predstavlja onaj kalij koji biljka može direktno iskorištavati putem svoga korijenovog sustava. Kalij je biljci neophodan u svim životnim procesima, a naročito u procesima vezanim uz nakupljanje ugljikohidrata i šećera. Utvrđeni sadržaj biljkama pristupačnog kalija je nizak i iznosi  $22,88 \text{ mg K}_2\text{O}100\text{g}^{-1}$  tla, odnosno tlo je vrlo slabo opskrbljeno kalijem.

#### ***4.1.2. Gnojidba tla***

Optimalna gnojidba tla ovisi o biljnoj vrsti i kultivaru te o plodnosti tla. Biljna vrsta određuje visinu planiranog uroda i potrebnu količinu hraniva za ostvarivanje tog uroda te odnos prema organskoj gnojidbi. Značajnu ulogu pri planiranju gnojidbe ima plodnost tla odnosno indikatori plodnosti: reakcija tla, količina humusa, ukupni sadržaj dušika, biljkama pristupačnog fosfora ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) i kalija ( $\text{K}_2\text{O}$ ).

Reakcija tla ima značajan utjecaj na pristupačnost hraniva biljci. U tlima niske pH vrijednosti potrebna je primjena odgovarajućih kalcijevih materijala (fino mljeveni vapnenac, kalcit, dolomitno brašno, hidratizirano vapno). Organska tvar ima utjecaja na biološke, kemijske i fizikalne značajke tla, a njezin sadržaj moguće je povećati unošenjem krutog stajskog gnoja. Sadržaj organske tvari utječe na sadržaj vlage u tlu, razinu mineralizacije i aktivnost mikroorganizama te potencijalnu količinu mineraliziranog dušika.

Dušik je biogeni elemenat o kojem ovisi visina i kvaliteta uroda te je vrlo pokretan u tlu. Tlo se obogaćuje dušikom putem organske i mineralne gnojidbe te mikrobiološkom fiksacijom iz atmosfere.

Količina raspoloživog fosfora za ishranu bilja uglavnom ovisi o količini anorganskog fosfora u tlu. Koncentracija fosfora u otopini tla vrlo je niska. Jedan od osnovnih čimbenika koji utječu na pristupačnost fosfora biljkama je reakcija tla. U tlima kisele reakcije čvršća je veza između fosfatnog iona i adsorpcijskog kompleksa, a pristupačnost fosfora biljci je manja.

Kalij je biogeni element čija uloga u biljci je višestruka, smanjuje transpiraciju, gospodarenje vodom, aktivira čak četrdeset različitih enzima, pospješuje fotosintezu, utječe na zatvaranje i otvaranje puči, poboljšava kakvoću uroda i otpornost biljaka prema stresu. Manjak kalija može se očekivati na lakim pjeskovitim i teškim glinastim tlima. Unošenjem u tlo organskih i

mineralnih gnojiva povećava se njegova opskrbljenost. Kulture koje su osjetljive na gnojidbu klorom poput luka gnoje se kalijevim sulfatom.

#### **4.1.2.1. Primjer izračuna količine hraniva za planirani urod**

Optimalna količina hranjiva izračunava se na temelju planiranog uroda. Realnost planiranog uroda ovisi o genetskom potencijalu kultivara i iskustvu o prinosima kultivara za određeno područje. Prinosom od 1 t crvenog luka iznosi se iz tla od 2,5 do 2,8 kg N, 1,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i od 3,2 do 7 kg K<sub>2</sub>O (Lešić i sur. 2004.).

Za planirani urod od 45 t ha<sup>-1</sup> luka potrebno je:

$$45 \times 2,5 \text{ kg N} = 112,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N} = 45 \text{ kg } 0,4 \text{ ha}^{-1}$$

$$45 \times 1,2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 = 54 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5 = 21,6 \text{ kg } 0,4 \text{ ha}^{-1}$$

$$45 \times 5 \text{ K}_2\text{O} = 225 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O} = 90 \text{ kg } 0,4 \text{ ha}^{-1}$$

Korekcije potrebnih količina hraniva prema razini opskrbljenosti tla prikazuje tablica 2.

Tablica 2. Potrebna količina aktivne tvari (%) ovisno o opskrbljenosti tla

Razred opskrbljenosti tla	Gnojidbom je potrebno dodati u % od količine hraniva koje se odnose urodom		
	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%

\*Izvor: Vukadinović i Vukadinović, 2011.

Cilj je održati razinu bogate opskrbljenosti tla hranivima i povećati razinu opskrbljenosti na tlima slabe plodnosti.

#### **4.1.2.2. Primjer izračuna potrebne količine dušika**

Izračun potrebne količine dušika podrazumijeva iznošenje dušika planiranim urodom umanjenog za količinu dušika koji će biti na raspolaganju od potencijalne mineralizacije. Primjer izračuna potencijalne mineralizacije nalazi se u poglavlju 4.1.2.2.1. Potencijalna mineralizacija ovisi o sadržaju organske tvari, vlažnosti tla i aktivnosti mikroorganizama.

#### **4.1.2.2.1. Primjer izračuna potencijalne mineralizacije**

Tlo u sloju od 0 do 30 cm sadrži 4,31 % humusa. Volumna gustoća tla  $\rho_v = 1.32 \text{ kg dm}^{-3}$ . Humus sadrži 5 % N, a godišnje se mineralizira 1,0 % ukupnog sadržaja humusa.

##### *1. Izračun mase tla*

$$300 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \times 1,32 \text{ kg dm}^{-3} \times 10\,000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} = 3\,960\,000 \text{ kg ha}^{-1} = 3,9 \times 10^6 \text{ kg ha}^{-1}$$

##### *2. Izračun količine humusa*

$$3\,960\,000 \text{ kg ha}^{-1} \times 4,3/100 = 170\,280 \text{ kg humusa ha}^{-1}$$

##### *3. Izračun količine dušika*

$$170\,280 \text{ kg humusa ha}^{-1} \times 5/100 = 8\,514 \text{ N ha}^{-1}$$

##### *4. Izračun godišnje mineralizacije dušika*

$$8\,514 \text{ N ha}^{-1} \times 1/100 = 85,14 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ godišnje} = 34 \text{ kg N ha}^{-1}$$

$$\text{Dodati gnojidbom N kg ha}^{-1} = 112,5 \text{ kg} - 34 \text{ kg N mineralizacija} = 78,5 \text{ kg N kg ha}^{-1} =$$

$$31,40 \text{ kg N ha}^{-1}$$

Kod uobičajene mineralne gnojidbe crvenog luka preporuča se u osnovnoj gnojidbi dodati polovicu od potrebne količine N, a polovicu u prihrani, u stadiju tri lista, kad je veličina biljaka od 10 do 15 cm.

#### **4.1.2.3. Gnojidba fosforom i kalijem**

S obzirom na opskrbljenost tla fosforom i kalijem potrebno je dodati 100 % hraniva koja se iznose iz tla planiranim urodom. Planirani urod crvenog luka od  $45 \text{ t ha}^{-1}$  iznosi iz tla  $54 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  i  $225 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  odnosno  $21,6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  i  $90 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ .

Gnojidba fosforom i kalijem obavlja se s osnovnom obradom i u pripremi tla za sadnju. Uobičajeno je da se polovicu do 2/3 dodaju s osnovnom obradom a 1/3 do polovice kod pripreme tla za sadnju.

#### 4.1.2.4. Izračun količine materijala za kalcifikaciju

Za izračun neutralizacije suvišne kiselosti tla koriste se sljedeće metode:

- na temelju hidrolitičke kiselosti i volumne gustoće tla,
- na temelju hidrolitske kiselosti,
- na temelju pH tla u pufernim otopinama.

Izračunata je potrebna količina  $\text{CaCO}_3$  koja iznosi 29,06 dt  $\text{ha}^{-1}$  odnosno 11,62 dt 0,4  $\text{ha}^{-1}$ .

#### 4.1.2.5. Potrebne količine hraniva za gnojidbu crvenog luka

Količine osnovnih biljnih hranjiva N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  i  $\text{K}_2\text{O}$  u kg ha koje se iznose iz tla za planirani urod od 45 t  $\text{ha}^{-1}$  crvenog luka i za veličinu istraživane parcele površine od 0,4 ha prikazuje tablica 3.

Tablica 3. Količine hraniva koje se iznose iz tla planiranim urodom

Potrebne količine hraniva	N $\text{ha}^{-1}$	$\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{ha}^{-1}$	$\text{K}_2\text{O}$ $\text{ha}^{-1}$	N 0,4 $\text{ha}^{-1}$	$\text{P}_2\text{O}_5$ 0,4 $\text{ha}^{-1}$	$\text{K}_2\text{O}$ 0,4 $\text{ha}^{-1}$
Potrebe crvenog luka (kg $\text{t}^{-1}$ )	2,5	1,2	5,0	1	0,48	2
Korekcija prema plodnosti, %	100	100	100	100	100	100
Ukupna potreba kg $\text{ha}^{-1}$ (0,4 ha)	112,5	54	225	45	21,6	90
Mineralizacija (kg $\text{ha}^{-1}$ )	34,06			13,62		
Dodati gnojidbom (kg $\text{ha}^{-1}$ )	78,44	54	225	31,37	21,6	90

Iz tablice 3. razvidne su količine hraniva koje iznosi planirani urod crvenog luka od 45 t  $\text{ha}^{-1}$  i preračunate količine na veličinu istraživane parcele od 0,4 ha. S obzirom na rezultate analize istraživane parcele potrebno je gnojidbom vratiti 100% od iznesenih hraniva urodom. Također je izračunata potencijalna mineralizacija dušika. Temeljem toga, utvrđeno je da bi gnojidbom trebalo dodati 78,44 kg N  $\text{ha}^{-1}$ , 54 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$   $\text{ha}^{-1}$  i 225 kg  $\text{K}_2\text{O}$   $\text{ha}^{-1}$ . Za istraživanu parcelu površine 0,4 ha potrebno je 31,37 kg N, 21,6 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  i 90 kg  $\text{K}_2\text{O}$ . Uvažavajući uobičajenu raspodjelu gnojiva, osjetljivost luka na gnojiva koja sadrže klor i količinu hraniva za planirani urod, izbrana su sljedeća gnojiva: NPK (7:14:21), 60%-tni kalij sulfat, UREA i KAN.

Predlaže se sljedeća dinamika unošenja gnojiva: u osnovnoj gnojidbi primijeniti 200 kg ha<sup>-1</sup> mineralnog gnojiva NPK (7:14:21) i kalijevog sulfata (60%) 118 kg ha<sup>-1</sup>, odnosno za parcelu od 0,4 ha 80 kg NPK (7:14:21) od čega čistim hranivima pripada 5,6 kg dušika, 11,2 kg fosfora i 16,8 kg kalija. Za 0,4 ha preporuča se primijeniti 47,2 kg kalijevog sulfata.

U pripremi tla za sjetvu treba se gnojiti sa 200 kg ha<sup>-1</sup> mineralnog gnojiva NPK (7:14:21), 118 kg ha<sup>-1</sup> kalijevog sulfata (60%) i 25 kg UREE a za parcelu od 0,4 ha to iznosi 80 kg NPK (7:14:21) od čega čistim hranivima pripada 5,6 kg dušika, 11,2 kg fosfora i 16,8 kg kalija. Za 0,4 ha predlaže se primijeniti 47,2 kg kalijevog sulfata i 10 kg UREE. U prihrani se preporuča primijeniti 142 kg ha<sup>-1</sup> KAN-a. Za parcelu od 0,4 ha to iznosi 56,8 kg KAN-a. Izabranim kompleksnim gnojivom nije bilo moguće zadovoljiti potrebnu količinu hraniva pa su korištena pojedinačna kalijeva gnojiva.

#### ***4.2. Mehanizacija u postupku gnojidbe luka na OPG Krčmar***

OPG Krčmar posjeduje mehanizaciju koja je primjenjivana u obradi tla i gnojidbi luka. Kod prve obrade tla obavljeno je oranje s plugom KUHN/HUARD STANDARD 3. Nakon toga slijedila je dopunska obrada rotodrljačom RAU. Kao i za svaku drugu poljoprivrednu kulturu mineralna gnojidba se dozira s obzirom na zalihe hraniva u tlu. Tako su se s rasipačem KUHN s dva radna diska razbacivala mineralna gnojiva. Osim toga, u proizvodnji luka obavljeno je i razbacivanje krutog stajskog gnoja prikolicom SIP ORION 40. Primjena krutog stajskog gnoja ima blagotvoran učinak na povećanje prinosa i kakvoću luka. Folijarnom prskalicom BIARDZKI obavljena je prihrana luka. Luk se može uzgajati iz lučice ili iz sjemena. Uzgoj luka iz sjemena se više isplati jer se postižu veći urodi i proces proizvodnje je gotovo u potpunosti mehaniziran. Sjetva luka obavljena je pneumatskom sijačicom GASPARDO za sitno sjemenje. Kasnije je još dva puta obavljena prihrana s KAN-om pomoću rasipača KUHN.

##### ***4.2.1. Prskalica BIARDZKI***

Traktorska prskalica Biardzki Poljska 800 l sastoji se od 800 litrenoga spremnika od polietilena PE – LLD, (slika 1). Dužina grana je od 12 do 15 m s ručnom regulacijom visine, sklopive uz mehaničko niveliranje grana u standardnoj opremi. Sistem sadrži dva spremnika. Čelični okvir je pojačan, za dug vijek trajanja šprice. Manometar je izrađen od inoxa. Tehničke karakteristike prskalice BIARDZKI prikazuje tablica 4.

Tablica 4. Tehničke karakteristike prskalice BIARDZKI

Kapacitet (l)	Niveliranje grana	Radna širina (m)	Pumpa (l/min)	Težina (kg)	Širina (mm)	Dužina (mm)	Visina (mm)
800	Mehaničko	12-15	120 Biardzki	297	2 650	1 450	2 060



Slika 1. Traktorska prskalica Biardzki

#### 4.2.2. Rasipač KUHN

Princip rada rasipača KUHN s jednim lijevkom omogućava granuliranje otvorenih polja, razbacivanje praha ili organskog oblika (peleta) kao i zelenu gnojidbu, (slika 2). Jednostavno skidanje diska bez alata omogućava laku zamjenu kod primjene na otvorenom polju ili na granicama polja. Uređaj zahtijeva smanjeno održavanje pogonskih zupčanika. Velik broj elemenata od nehrđajućeg čelika osigurava duži vijek trajanja. Zatvaranje otvora za gnojivo obavlja se hidraulično ili električno. Uređaj ima velik raspon odabira opcija kao na primjer pri razbacivanju velikog broja malih polja postoji opcija TELIMAT, ili opcija razbacivanja u dva reda ili pak za vrlo sitna gnojiva (vapno).



*Slika 2. Rasipač KUHN*

#### **4.2.3. Prikolica SIP ORION 40**

Prikolica SIP ORION 40 je ukupne mase od 5,3 t, (slika 3). Sastoji se od drvenih stranica, zaštitne mreže i mehaničkog pogona transporter te osigurava siguran i ugodan rad na manjim gospodarstvima. Mehanička zaštitna mreža transporter, također se može upotrijebiti kao zaštitna stijena na prednjoj strani. Lančani transporter sadrži lance izrađene od čelika visoke kakvoće. Mehanički pogon s pet stupnjeva lančanog transporter obavlja se preko kardanskog vratila i zupčanika.



*Slika 3. Prikolica SIP ORION 40*

Korištenje navedene opreme preporuča se sa stanovišta održivog gospodarenja tlom, jer se zbog svojih karakteristika nakon njene primjene očekuje manje zbijanje tla i kvarenje strukture. Također se pretpostavlja da će njena uporaba imati povoljan utjecaj i na druge značajke tla. Lakša mehanizacija sa širim gumama i manjim osovinskim pritiskom trebala bi imati povoljan utjecaj i na druge značajke tla. Također se preporuča što manji broj prohoda kroz proizvodnu površinu.



## 5. RASPRAVA

Na temelju analitičkih podataka o sadržaju humusa u tlu, ukupnog sadržaja dušika, reakcije tla mjerene u H<sub>2</sub>O i u 1 M KCl-u, hidrolitske kiselosti te sadržaja fiziološki aktivnog fosfora i kalija na OPG-u Krčmar izrađene su preporuke za gnojidbu luka. Špoljar (2007. i 2015.) navodi kako se gnojidba obavlja na temelju opskrbljenosti tla biogenim elementima i sukladno planiranom urodu prema potrebi biljaka za hranivima. U proizvodnji kulturnog bilja, kako ističe ovaj autor, iznose se velike količine hraniva iz tla čime se tlo osiromašuje biogenim elementima. Gnojidbom se ova nepovoljna bilanca hraniva u tlu anulira i stvaraju se povoljni uvjeti za uzgoj biljaka.

Na terenu je determinirano vrtno tlo ili hortisol prema klasifikaciji tala Republike Hrvatske (Husnjak, 2014.). Špoljar 2015. ističe kako su hortisoli tla nastala dugogodišnjom obradom, mineralnom i organskom gnojidbom, provedenom kalcifikacijom s antropogenim P horizontom dubine od 30 do 50 cm. Ovo tlo, kako navodi autor, ima značajke černozema. To su vlažna i topla tla najčešće slabo kisele do neutralne reakcije, bogata humusom i hranivima. Na terenu je utvrđena praškasto ilovasta tekstura i mrvičasta struktura tla. Tlo je velike ekološke dubine i ima dobre fizikalne, kemijske i biološke značajke te je općenito pogodno za uzgoj povrća pa tako i luka.

Reakcija tla mjerena u 1 M KCl-u iznosi 5,87 te odstupa od optimuma za uzgoj luka, a stupanj zasićenosti bazama koloidnog kompleksa tla je visok. Kako istraživano tlo nema zadovoljavajuću pH vrijednost za uzgoj crvenog luka preporučeno je provođenje kalcifikacije. Za neutralizaciju kiselosti do pH 7,00 potrebno je izvršiti kalcifikaciju s 29,06 dt ha<sup>-1</sup> kalcijevog karbonata. Provođenjem navedene mjere izvršit će se korekcija do optimalne pH vrijednosti. Lazić (2007.) navodi da optimalna vrijednost pH za uzgoj luka iznosi od 6,8 do 7,5. Također, Reid i sur. (2019.) simulacijskim modelom utvrđuju da pH tla između od 5,5 do 6,0 smanjuje urod suhe tvari luka za 30%.

Planirani urod crvenog luka procijenjen je prema prethodno ostvarenim urodima i iskustvu na OPG-u Krčmar. Za planirani urod od 45 t ha<sup>-1</sup> potrebno je u tlo unijeti 112,5 kg N ha<sup>-1</sup> ili 45 kg N 0,4 ha. Također treba u tlo aplicirati 54 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ili 21,6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> za 0,4 ha. Potrebe za kalijem iznose 225 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> ili 90 kg K<sub>2</sub>O za 0,4 ha. Potrebne količine hraniva za planirani urod crvenog luka utvrđene su prema Lešić i sur. (2004.); Warncke i sur. (2004.) i Lončarić i sur. (2015.). Korekcije potrebnih količina hraniva za planirani urod izvršene su prema razini

opskrbljenosti tla (Lešić i sur., 2004.; Warncke i sur., 2004.; Lončarić i sur., 2015.). Predložena je uobičajena dinamika unošenja hraniva u tlo za crveni luk. Osnovna gnojidba s polovicom od ukupne količine fosfora i kalija i polovicom kod pripreme tla za sadnju. Gnojidba dušikom predložena je s četvrtinom u osnovnoj gnojidbi, s četvrtinom u pripremi tla za sadnju i s polovicom u prihrani. Sličnu dinamiku unošenja hraniva u tlo navode Lončarić i sur. (2015).

Izabrana su mineralna gnojiva u kojima je kalij u obliku sulfata, mineralno gnojivo NPK (7:14:21), 60%-tni kalij sulfat, UREA i KAN. Reid i sur. (2019.) ističu da se obično gnojidba crvenog luka obavlja kalijevim sulfatom kako bi se spriječio negativan učinak klora. Predložena je sljedeća dinamika unošenja gnojiva: u osnovnoj gnojidbi 200 kg ha<sup>-1</sup> mineralnog gnojiva NPK (7:14:21) i kalijevog sulfata (60%) 118 kg ha<sup>-1</sup>, odnosno za parcelu od 0,4 ha to je 80 kg NPK (7:14:21) od čega čistim hranivima pripada 5,6 kg dušika, 11,2 kg fosfora i 16,8 kg kalija. Za 0,4 ha preporuča se primijeniti 47,2 kg kalijevog sulfata. U pripremi tla za sjetvu treba gnojiti sa 200 kg ha<sup>-1</sup> mineralnog gnojiva NPK (7:14:21), 118 kg ha<sup>-1</sup> kalijevog sulfata (60%) i 25 kg UREE, a za parcelu od 0,4 ha to iznosi 80 kg NPK (7:14:21) od čega čistim hranivima pripada 5,6 kg dušika, 11,2 kg fosfora i 16,8 kg kalija. Za 0,4 ha treba primijeniti 47,2 kg kalijevog sulfata i 10 kg UREE. U prihrani se preporuča primjena 142 kg ha<sup>-1</sup> KAN-a. Za parcelu od 0,4 ha to iznosi 56,8 kg KAN-a.

Tekeste i sur. (2018.) navode kako se optimalni urod luka postiže primjenom 103,5 kg N ha<sup>-1</sup> i sa 92 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Matotan (2004.) ističe da je srednje plodno tlo potrebno gnojiti sa 600 kg ha<sup>-1</sup> NPK (7:20:30). Prije predsetvene pripreme tlo se gnoji još s 400 kg ha<sup>-1</sup> NPK (15:15:15). Kod tri formirana lista i u početku formiranja glavice treba obaviti prihranu sa 100 kg NPK. Slično navodi Kordić (2014.). Autor ističe, kako se bez dobro izračunate gnojidbe ne mogu postići visoki i stabilni urodi odgovarajuće kakvoće niti ostvariti profitabilna proizvodnja. Zbog toga je gnojidba jedna od najboljih agrotehničkih mjera u primarnoj organskoj produkciji.

Zbog dobre opskrbljenosti humusom na OPG-u Krčmar ne preporuča se gnojidba krutim stajskim gnojem. Međutim, Lešić i sur. 2004. navode da se na mineralnim tlima siromašnim humusom luk uzgaja nakon kulture gnojene organskim gnojivima, a u iznimnim slučajevima dobre rezultate može dati gnojidba zrelim stajskim gnojem u jesen za proljetnu sadnju ili sjetvu. Matotan (2004.) također navodi da se priprema tla za sadnju luka preporuča na površinama gdje je predkultura gnojena organskim gnojivom. Lončarić i Parađiković (2015.) ističu da je luk

osjetljiv na direktnu organsku gnojidbu pa se preporuča uzgajati na površini gdje je izvršena organska gnojidba predkultura.

Vukadinović i Bertić (2013.) navode kako je gnojidba agrotehnička mjera koja povećava produktivnost tla i osigurava stabilne urode poljoprivrednih kultura. Autori ističu da je ona neizostavna agrotehnička mjera od prvorazrednog značenja. Mnoga hraniva, kako navode autori vraćaju se u tlo prirodnim putem, ali ih se dio odnosi urodom, jedan se dio ispire ili promijeni u nepristupačne oblike za biljke. Ako se tako izgubljeni dio hraniva iz tla ne nadoknadi, tlo se osiromašuje i urod opada. Stoga gnojidbu treba smatrati investicijom u biljnu proizvodnju i nipošto troškom. Gnojidba tla polazi od neupitne činjenice da se primjenom gnojiva povećava mogućnost primanja hraniva i to kroz njihovo povećanje, ali i održavanje kritične koncentracije u tlu ispod koje pada urod ili, za svaki slučaj, u malom višku. Iz navedenoga proizlazi, kako je gnojidba neizostavna agrotehnička mjera pri uzgoju poljoprivrednih kultura.

Na OPG-u Krčmar preporuča se za gnojidbu daljnja uporaba rasipača KUHN s dva radna diska za razbacivanje mineralnih gnojiva, a za razbacivanje krutog stajskog gnoja prikolica SIP ORION 40. Naime, nakon njihovog višegodišnjeg korištenja nisu utvrđene nepovoljne značajke tla. Struktura tla je mrvičasta, tlo je dobrih vodozračnih i toplinskih odnosa i dosta humozno, što upućuje i na prihvatljive vrijednosti parametara zbijenosti. Špoljar i sur. (2014.) navode da se zbog kvarenja fizikalnih, ali i drugih značajki tla u vinogradima gdje su učestali prohodi mehanizacije preporuča smanjivanje broja prohoda, kao i uporaba lakših strojeva. Autori istražuju mehanički otpor tla u vinogradima različite starosti i utvrđuju uglavnom veće vrijednosti mehaničkog otpora tla u tragu kotača u odnosu na one izmjerene u sredini između traga. Utvrđene vrijednosti mehaničkog otpora tla kod svih istraživanih vinograda u tragu i u sredini između traga kotača, uglavnom su veće od 2 MPa, što može nepovoljno utjecati na razvoj korijenovog sustava. Gabriels i Verdoodt (2012.) cit. Špoljar (2019.) navode da se kod dobro strukturnih tala mogu tolerirati veće vrijednosti mehaničkog otpora tla, ali još uvijek manje od 4 do 5 MPa. Kvaternjak i sur. (2012.) isto tako utvrđuju manje vrijednosti mehaničkog otpora tla u tragu kotača u mladim nasadima vinograda u odnosu na starije. Razlog tomu je veliki broj prohoda kroz redove vinograda i uporaba teške mehanizacije.

Na OPG-u Krčmar, kako je već istaknuto preporuča se korištenje postojeće mehanizacije koja nije imala nepovoljan utjecaj na istraživane značajke tla. Također se preporuča što manji broj prohoda kroz proizvodnu površinu.

## 6. ZAKLJUČCI

Temeljem izloženoga može se zaključiti sljedeće:

- Determinirano je vrtno tlo ili hortisol povoljnih fizikalnih i kemijskih značajki tla. pH vrijednost tla u vodi iznosi 7,05, dok je u 1 M KCl 5,87. Sadržaj humusa prema Tjurinu iznosi 4,31% i tlo je njime dosta opskrbljeno. Temeljem ovih analitičkih podataka i nakon provedbe kalcifikacije istraživano tlo bit će još pogodnije za uzgoj luka. Izmjerena vrijednost hidrolitske kiselosti je 6,45, pa se preporuča kalcifikacija s 29,06 dt ha<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>. Ukupni sadržaj dušika iznosi 0,14% i tlo je njime bogato opskrbljeno. Utvrđeno je 45,96 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>100g<sup>-1</sup> tla, što pripada klasi bogate opskrbljenosti i 22,88 mg K<sub>2</sub>O100 g<sup>-1</sup> tla, odnosno tlo je dobre opskrbljenosti fiziološki aktivnim kalijem.
- Izabrana su mineralna gnojiva u kojima je kalij u obliku sulfata, mineralno gnojivo NPK (7:14:21), 60%-tni kalij sulfat, UREA i KAN. Predložena je sljedeća dinamika unošenja gnojiva: u osnovnoj gnojidbi 200 kg ha<sup>-1</sup> mineralnog gnojiva NPK (7:14:21) i kalijevog sulfata (60%) 118 kg ha<sup>-1</sup>, odnosno za parcelu od 0,4 ha to je 80 kg NPK (7:14:21) od čega čistim hranivima pripada 5,6 kg dušika, 11,2 kg fosfora i 16,8 kg kalija. Za 0,4 ha preporuča se primijeniti 47,2 kg kalijevog sulfata. U pripremi tla za sjetvu treba gnojiti sa 200 kg ha<sup>-1</sup> mineralnog gnojiva NPK (7:14:21), 118 kg ha<sup>-1</sup> kalijevog sulfata (60%) i 25 kg UREE, a za parcelu od 0,4 ha to iznosi 80 kg NPK (7:14:21) od čega čistim hranivima pripada 5,6 kg dušika, 11,2 kg fosfora i 16,8 kg kalija. Za 0,4 ha treba primijeniti 47,2 kg kalijevog sulfata i 10 kg UREE. U prihrani se preporuča primjena 142 kg ha<sup>-1</sup> KAN-a. Za parcelu od 0,4 ha to iznosi 56,8 kg KAN-a.
- Kako se istraživane značajke tla nisu u bitnome promijenile preporuča se uporaba ranije korištene mehanizacije koja je primjenjivana u obradi i gnojidbi tla za uzgoj luka. Kod osnovne obrade tla preporuča se oranje s plugom KUHN/HUARD STANDARD 3., a zatim dopunske rotodrljačom RAU. Za razbacivanje mineralnih gnojiva i dalje treba koristiti rasipač KUHN, a za kruti stajski gnoj rasipač SIP ORION 40. Za folijarnu gnojidbu također se preporuča korištenje prskalice BIARDZKI, a za sjetvu luka pneumatska sijačica GASPARDO. Utvrđena je mrvičasta struktura tla, tlo je dobrih vodozračnih i toplinskih odnosa i dosta humozno, što upućuje i na prihvatljive vrijednosti parametara zbijenosti. Naime, nakon višegodišnjeg korištenja navedene

mehanizacije nisu utvrđene nepovoljne značajke tla, pa se može preporučiti njihovo daljnje korištenje.

## 7. LITERATURA

1. Bašić, F., Herceg, N. (2010.): Temelji uzgoja bilja, Synopsis d.o.o., knjiga, 200 – 250. str., Zagreb
2. Beinrauch, G. (2018.): Zakon o zabrani nepoštenih trgovačkih praksi, Novinsko nakladničko i trgovačko d.d. Zagreb, gospodarski list, 28-29. str., Zagreb.
3. Benko, B., Šubić, M. (2017.): Proizvodnja krumpira i ostalog gomoljastog povrća, Infomart Zagreb d.o.o., gospodarski list, 14. str., Zagreb.
4. Brčić, J. (1991.): Mehanizacija u povrćarstvu, Sveučilišna naknada d.o.o. Zagreb, udžbenik, 714. str., Zagreb.
5. Čoga, L., Slunjski, S. (2018.): Dijagnostika tla u ishrani bilja, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, priručnik, 83-145. str., Zagreb.
6. Gabriels, D., Verdoodt, A. (2012.): Soil Degradation, Universitet Gent Faculty of Bioscience Engineering, 244 p.
7. Gateri, M.V., Nyankanga, R., Ambuko, J., Muriuki, A. W. (2018): Growth, Yield and Quality of Onion (*Allium cepa* L.) as Influenced by Nitrogen and Time of Topdressing, International Journal of Plant & Soil Science, 23/3: 1-13.
8. Husnjak, S. (2014.): Sistematika tala Hrvatske, Hrvatska sveučilišna naklada, udžbenik, 150 – 165. str., Zagreb.
9. Jakolić, V. (1985.): Poljoprivredni savjetnik, Nakladni zavod znanje Zagreb, knjiga, 311.str., Zagreb.
10. Kordić, A. (2014.): Primjena vizualne dijagnostike i analize biljne tvari u hortikulturi, Poljoprivredni fakultet Osijek, završni rad, 1. str., Osijek.
11. Kvaternjak, I., Kisić, I., Špoljar, A., Kamenjak, D., Jelen R. (2012.): Mehanički otpor tla odabranih vinograda različite starosti na području Križevaca, 47. hrvatski i međunarodni simpozij agronoma u Opatiji, 74-77. str., Opatija.
12. Lancaster, J.E., Farrant J., Shaw, M.L. (2001.): Sulfur nutrition affects cellular sulfur, dry weight distribution, and bulb quality in onion. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 126:164-168.

13. Lazić, B. (2007.): Bašta zelena cele godine, geodetski biro KLM Novi Sad, udžbenik, 144. str., Novi Sad.
14. Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak, Č., Poljak, M., Romić, M., Romić, D. (2004.): Povrćarstvo, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, udžbenik, 60 – 80. str., Zagreb.
15. Lončarić, Z., Parađiković, N. Popović, B., Lončarić, R., Kanisek, J. (2015.): Gnojidba povrća, organska gnojidba i kompostiranje, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 41-43, Osijek
16. Matotan, Z. (2004.): Suvremena proizvodnja povrća, Nakladni zavod Globus Zagreb, udžbenik, 250-270. str., Zagreb.
17. Matotan, Z. (2009.): Opće i specijalno povrćarstvo, Nakladni zavod Globus Zagreb, udžbenik, 270-280. str., Zagreb.
18. Miškulin, D. (2016.): Morfološka i biološka svojstva autohotnih ekotipova luka (*Allium cepa* L.), Veleučilište u Rijeci, završni rad, 10-20. str., Rijeka.
19. Parađiković, N. (2002.): Osnove proizvodnje povrća, Katava d.o.o. Osijek, knjiga, 40 – 50. str., Osijek.
20. Pernar, N. (2012.): Terenska i laboratorijska istraživanja tla, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, udžbenik, 145-150. str., Zagreb.
21. Petrović, I. (2017.): Analiza proizvodnje luka (*Allium cepa* L.) na PIK Vinkovci u 2016. godini, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, završni rad, 9-15. str., Osijek.
22. Reid, J.B., Searle, B.P., Hunt, A., Johnstone, P.R. (2019.): Nutrient management for vegetable crops in NZ – recommendations and supporting information, A Plant & Food Research internal report, str. 50-55.
23. Seabrook, P. (1976.): Moj povrtnjak, Nakladni zavod matice Hrvatske Zagreb, knjiga, 88-90.str., Zagreb.
24. Škorić, A. (1975.): Pedologija (skripta), Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, skripta, 20 – 25. str., Zagreb.
25. Špoljar, A. (2007.): Tloznanstvo i popravak tla, I. dio, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, skripta, 1 – 76. str., Križevci.

26. Špoljar, A., Kvaternjak, I., Slunjski D. (2014.): Mehanički otpor tla u vinogradima različite starosti, članak, 267. str., Križevci
27. Špoljar, A. (2015.): Pedologija, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, udžbenik, 50 - 60. str., Križevci.
28. Špoljar, A. (2019.): Konzervacija i remedijacija tla, udžbenik, 209. str., Križevci
29. Tadić, J. (2015.): Utjecaj gnojidbe na dinamiku rasta i prinos populacija luka, Agronomski fakultet Zagreb, završni rad, 40-54. str., Zagreb.
30. Tadić, J., Žutić I., Urlić B., Dumičić G. (2018.): Utjecaj gnojidbe na karakteristike prinosa luka, Umag, predavanje, 70-95. str., Umag.
31. Tekeste, N., Dechassa, N., Kebede Woldetsadik, K., Dessalegne, L., Takele, A. (2018): Influence of Nitrogen and Phosphorus Application on Bulb Yield and Yield Components of Onion (*Allium Cepa* L.), *The Open Agriculture Journal*, 12, 194-206.
32. Umeljčić, V. (2004.): U svijetu cvijeća i pčela: atlas medonosnog bilja, Split, atlas, 540-600. str., Split.
33. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, udžbenik, 247.-260. str., Osijek
34. Vukadinović, V., Bertić, B. (2013.): Filozofija gnojidbe, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, knjiga, 56-75. str., Osijek.
35. Vukadinović, V., Jug, I., Đurđević, B. (2014.): Ekofiziologija bilja, Poljoprivredni fakultet Osijek, sveučilišni udžbenik, 7-10. str., Osijek.
36. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2016): Tlo, gnojidba i prinos, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, udžbenik, 150-175. str., Osijek.
37. Warncke, D., Jon Dahl, J., Bernard Zandstra. (2004): Nutrient Recommendations for Vegetable Crops in Michigan. *Extension Bulletin E2934*, New, 1-32.



Internet izvori:

1. Luk. Dostupno na: (<http://www.bilje.hr>) (16.06.2020.)
2. Rasipači. Dostupno na: (<https://www.ics-agri.com>) (24.07.2020.)
3. Separatori. Dostupno na: (<http://www.panonagro.com>)/ (2.06.2020.)

## **POPIS KRATICA**

**pH** - vrijednost koja služi kao mjera kiselosti (aciditeta), odnosno lužnatosti (alkaliteta) vodenih otopina

**OPG** – obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo

**UREA** – mineralno - dušično gnojivo koje sadrži 46% dušika

**KAN** – mineralno - dušično gnojivo koje sadrži 27% dušika

**NPK** – mineralno gnojivo koje sadrži dušik, fosfor i kalij

**VGUK** – Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

**ISO** – Međunarodna organizacija za standardizaciju

## SAŽETAK

Cilj ovoga rada bio je analizirati ključne fizikalne i kemijske značajke tla u svrhu kontrole njegove plodnosti, kako bi se dale preporuke gnojidbe za proizvodnju luka koja bi osim visokih uroda imala i minimalne rizike po okoliš. Na temelju analiziranih fizikalnih i kemijskih značajki tla preporučena je odgovarajuća mehanizacija koja nije dovela do kvarenja značajki tla. Uzorkovanje je obavljeno na proizvodnim površinama na kojima je uzgajan luk na OPG Krčmar u Vulariji. Izrađene su sljedeće laboratorijske analize: ukupni sadržaj dušika, sadržaj humusa, reakcija tla, hidrolitska kiselost tla, adsorpcijski kompleks tla, fiziološki aktivni sadržaj fosfora i fiziološki aktivni sadržaj kalija. Za planirani urod luka i prema rezultatima provedenih analiza tla preporučena je mineralna gnojidba. Reakcija tla mjerena u 1 M KCl iznosi 5,87. Prema Gračaninu tlo je kisele reakcije. Preporučena količina kalcijevog karbonata za kalcifikaciju iznosi 29,06 dtha<sup>-1</sup>. Stupanj zasićenosti tla bazama ukazuje na visoku opskrbljenost tla baznim kationima. Sadržaj humusa prema Tjurinu iznosi 4,31% i tlo je njime dosta opskrbljeno. Ukupni sadržaj dušika iznosi 0,14% i tlo je njime bogato opskrbljeno. Izmjerena vrijednost hidrolitske kiselosti je 6,45, pa se preporuča kalcifikacija s 29,06 dt/ha CaCO<sub>3</sub>. Za planirani prinos luka od 45 t ha<sup>-1</sup> preporučena je gnojidba sa 112,5 kg ha<sup>-1</sup> dušika, odnosno 45 kg za 0,4 ha, 225 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, odnosno 90 kg za 0,4 ha. U osnovnoj gnojidbi predlaže se primijeniti 200 kg ha<sup>-1</sup> mineralnog gnojiva NPK (7:14:21), kalijevog sulfata (60%) 118 kg ha<sup>-1</sup> i za parcelu od 0,4 ha 80 kg NPK (7:14:21) od čega na čista hraniva pripada 5,6 kg dušika, 11,2 kg fosfora i 16,8 kg kalija. Za 0,4 ha predlaže se primjena 47,2 kg kalijevog sulfata. U pripremi tla za sjetvu predložena je gnojidba sa 200 kg ha<sup>-1</sup> mineralnog gnojiva NPK (7:14:21), 118 kg ha<sup>-1</sup> kalijevog sulfata (60%) i 25 kg UREA i za parcelu od 0,4 ha to je 80 kg NPK (7:14:21) od čega na čista hraniva pripada 5,6 kg dušika, 11,2 kg fosfora i 16,8 kg kalija. Za 0,4 ha predlaže se primjena 47,2 kg kalijevog sulfata i 10 kg UREE. U prihrani luka treba koristiti KAN u iznosu od 142 kg ha<sup>-1</sup>. Za parcelu od 0,4 ha to je 56,8 kg KAN-a. Na OPG-u Krčmar je utvrđena mrvičasta struktura tla, tlo je dobrih vodozračnih i toplinskih odnosa i dosta humozno, što upućuje i na prihvatljive vrijednosti parametara zbijenosti. Naime, nakon višegodišnjeg korištenja navedene mehanizacije nisu utvrđene nepovoljne značajke tla, pa se može preporučiti njihovo daljnje korištenje.

Ključne riječi: analize tla, preporuka gnojidbe, uzgoj luka, mehanizacija

## ABSTRACT

The aim of this final thesis was to analyze the key physical and chemical characteristics of the soil in order to control its fertility and to give fertilization recommendations for onion production that would have minimal risks to the environment in addition to high yields. Based on the analyzed physical and chemical characteristics of the soil, appropriate mechanization was recommended that did not lead to spoilage of soil characteristics. Soil sampling was performed on production areas where onions were grown on the family farm Krčmar in the village of Vularija, Međimurje county. The following laboratory analyzes were performed: total nitrogen content, humus content, soil reaction, soil hydrolytic acidity, soil adsorption complex, physiologically active phosphorus content and physiologically active potassium content. Mineral fertilization is recommended for the planned yield of onions and according to the results of soil analyzes. The soil reaction measured in 1 M KCl is 5.87. According to Gračanin, the soil is acidic. The recommended amount of calcium carbonate for calcification is 29.06 dt ha<sup>-1</sup>. The degree of soil saturation with bases indicates a high supply of soil with base cations. According to Tjurin, the humus content is 4.31% and the soil is well supplied with it. The total nitrogen content is 0.14% and the soil is richly supplied with it. The measured value of hydrolytic acidity is 6.45, so soil calcification with 29.06 dt ha<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> is recommended. For the planned yield of onions of 45 t ha<sup>-1</sup>, fertilization with 112.5 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen is recommended, which is 45 kg for 0.4 ha, 225 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, or 90 kg for 0.4 ha. In the basic fertilization it is proposed to apply 200 kg ha<sup>-1</sup> of mineral fertilizer NPK (7:14:21), potassium sulfate (60%) 118 kg ha<sup>-1</sup> and for a plot of 0.4 ha 80 kg NPK (7:14:21), of which 5.6 kg of nitrogen, 11.2 kg of phosphorus and 16.8 kg of potassium belong to pure nutrients. For 0.4 ha, the application of 47.2 kg of potassium sulfate is proposed. In preparing the soil for sowing, fertilization with 200 kg ha<sup>-1</sup> of mineral fertilizer NPK (7:14:21), 118 kg ha<sup>-1</sup> of potassium sulfate (60%) and 25 kg of UREA was proposed and for a plot of 0.4 ha 80 kg of NPK (7:14:21), of which 5.6 kg of nitrogen, 11.2 kg of phosphorus and 16.8 kg of potassium belong to pure nutrients. For 0.4 ha, the application of 47.2 kg of potassium sulfate and 10 kg of UREA is proposed. In subsequent fertilization of the onions, KAN in the amount of 142 kg ha<sup>-1</sup> should be used. For a plot of 0.4 ha, that is 56.8 kg of KAN. At the Krčmar family farm, a crumbly soil structure has been established, the soil is of good water-air and thermal relations and quite humus-rich, which indicates acceptable values of compaction parameters. Namely, after many years of use of the mentioned mechanization, no unfavorable soil characteristics have been identified, so their further use can be recommended.

Key words: soil analysis, fertilization recommendation, onion cultivation, mechanization

## **MARTA POVIJAČ ŽIVOTOPIS**

Marta Povijač, bacc. ing. agr. rođena je 05.09. 1995. godine u Koprivnici. U Velikom Bukovcu završila je osnovnu školu i u Ludbregu osnovnu glazbenu školu. Nakon toga završila je Prvu gimnaziju u Varaždinu. Diplomirala je 2018. godine na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima, Stručni studij poljoprivrede, smjer Menadžment u poljoprivredi te stekla zvanje inženjer poljoprivrede. Specijalistički diplomski stručni studij upisala je 2018. godine, smjer Održiva i ekološka poljoprivreda na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima. Živi u Malom Bukovcu.