

# Biljno-hranidbeni kapacitet tla i opskrbljenost biljaka hranivima u nasadu limuna na otoku Hvaru

---

**Drinković, Nikolina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:559838>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-04**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**Biljno-hranidbeni kapacitet tla i opskrbljenost biljaka  
hranivima u nasadu limuna na otoku Hvaru**

DIPLOMSKI RAD

Nikolina Drinković

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Ekološka poljoprivreda i agroturizam

**Biljno-hranidbeni kapacitet tla i opskrbljenost biljaka  
hranivima u nasadu limuna na otoku Hvaru**

DIPLOMSKI RAD

Nikolina Drinković

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Ante Biško

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Nikolina Drinković**, JMBAG 0178116306, rođena 10.08.1998 u Splitu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**Biljno-hranidbeni kapacitet tla i opskrbljenost biljaka hranivima u nasadu limuna na otoku Hvaru**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE**

**O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA**

Diplomski rad studentice **Nikoline Drinković**, JMBAG 0178116306, naslova

**Biljno-hranidbeni kapacitet tla i opskrbljenost biljaka hranivima u nasadu limuna na otoku  
Hvaru**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

- |    |                               |        |       |
|----|-------------------------------|--------|-------|
| 1. | izv. prof. dr. sc. Ante Biško | mentor | _____ |
| 2. | prof. dr. sc. Lepomir Čoga    | član   | _____ |
| 3. | prof. dr. sc. Đani Benčić     | član   | _____ |

## **Zahvala**

Ovime zahvaljujem ponajprije svom mentoru izv. prof. dr. sc. Anti Bišku na strpljenju, pomoći i posvećenosti prilikom pisanja ovog diplomskog rada te svim djelatnicima laboratorija Zavoda za ishranu bilja u kojem je istraživanje provedeno. Također, zahvaljujem cijeloj obitelji, prijateljima te kolegama na podršci tijekom cijelog studiranja.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1 Cilj istraživanja .....	1
2. Pregled literature .....	2
2.1 Uzgoj limuna .....	2
2.2. Morfološke karakteristike limuna .....	3
2.2.1. Sorta Meyer .....	3
2.2.2. <i>Poncirus trifoliata</i> .....	4
2.3. Uvoz i izvoz limuna u Republici Hrvatskoj.....	6
2.3.1. Uvoz limuna u Republici Hrvatskoj .....	6
2.3.2. Izvoz limuna iz Republike Hrvatske .....	8
2.4. Mineralna ishrana .....	9
2.4.1. Reakcija tla (pH) .....	9
2.5. Fiziološka uloga makroelemenata .....	11
2.5.1. Dušik.....	11
2.5.2. Fosfor .....	12
2.5.3. Kalij.....	12
2.5.4. Kalcij .....	13
2.5.5. Sumpor.....	13
2.5.6. Magnezij.....	13
2.6. Fiziološka uloga mikroelemenata .....	15
2.6.1. Željezo .....	15
2.6.2. Cink.....	15
2.6.3. Mangan .....	16
2.6.4. Bor.....	16
2.6.5. Bakar .....	17
2.7. Nedostaci mineralne ishrane kod agruma .....	18
2.7.1. Nedostatak dušika.....	19
2.7.2. Nedostatak fosfora .....	20
2.7.3. Nedostatak kalija.....	20
2.7.4. Nedostatak kalcija.....	21
2.7.5. Nedostatak magnezija.....	22
2.7.6. Nedostatak sumpora.....	23
2.7.7. Nedostatak željeza .....	24
2.7.8. Nedostatak cinka.....	24
2.7.9. Nedostatak mangana .....	25

2.7.10. Nedostatak bora .....	26
2.7.11. Nedostatak bakra .....	26
3. Materijali i metode istraživanja .....	28
3.1 Lokacija i opis nasada.....	28
3.2. Analiza tla.....	29
3.3. Analiza biljnog materijala.....	30
4. Rezultati i rasprava.....	32
4.1. Kemijske analize tla .....	32
4.2. Kemijske analize biljnog materijala.....	34
5. Zaključci.....	39
6.Literatura .....	40
7 .Prilog .....	43



## Sažetak

Diplomskog rada studentice **Nikoline Drinković**, naslova

### **Biljno-hranidbeni kapacitet tla i opskrbljenost biljaka hranivima u nasadu limuna na otoku Hvaru**

Na temelju biljno-hranidbenog kapaciteta tla i opskrbljenosti stabala limuna biogenim elementima utvrdit će se jesu li vidljive razlike u nasadu limuna uvjetovane specifičnim razlikama u tlu i fiziologijom mineralne ishrane. Također, utvrđene koncentracije biogenih elemenata (makro i mikroelemenata) u biljnom materijalu – listu limuna sorte Meyer usporedit će se s referentnim vrijednostima istih za limun, te utvrditi stupanj opskrbljenosti limuna istima. Rezultati kemijskih analiza biljnog materijala i opskrbljenost biogenim elementima ukazuju na niže vrijednosti dušika u biljnom materijalu - listu limuna, što je glavni razlog vidljive kloroze lista. Također, sva tri osnovna makroelementa (N,P,K), u oba uzorka biljnog materijala, bili su niži od preporučenih vrijednosti za biljni materijal, posebice N i Ca u listu na lošijoj tabli „It“, dok su vrijednosti Mg bile optimalne u oba analizirana uzorka. Od analiziranih mikroelemenata, naglašavamo povišenu vrijednost B, te niže vrijednosti Cu i Zn, te o navedenom treba voditi računa u budućnosti, računajući moguće pritoke (sredstva za zaštitu bilja, folijarna gnojiva). Posebice ističemo potrebu stvaranja povoljnijih uvjeta za primitak hraniva kroz optimalno natapanje tijekom vegetacije jer usprkos bogate opskrbe tla kalijem, dobre opskrbe fosforom i ukupnim dušikom nemamo dobru opskrbljenost biljaka istima. Također, gnojidbu N gnojivima potrebno je primijeniti višekratno tijekom vegetacije, najbolje zajedno sa natapanjem nasada limuna.

**Ključne riječi:** limun, analiza tla, analiza biljnog materijala, makroelementi, mikroelementi

## Summary

Of the master's thesis – student **Nikolina Drinković**, entitled

### **Plant-nutrient soil capacity and plant nutrient supply in the lemon orchard on the island of Hvar**

Based on the plant-nutrient soil capacity and the supply of lemon trees with biogenic elements, we will determine if there are visible differences in the lemon orchard due to specific soil and mineral nutrition physiology differences. Furthermore, the determined concentrations of biogenic elements (macro and microelements) in the plant material, specifically lemon leaf (*Citrus meyeri*), will be compared with reference values for lemon, to assess the degree of lemon nutrient supply with these elements. The results of chemical analysis of plant material and the supply of biogenic elements indicate lower nitrogen values in the plant material - lemon leaf, which is the main reason for the visible chlorosis of the leaves. Additionally, all three primary macronutrients (N, P, K) in both samples of plant material were lower than the recommended values for plant material, especially N and Ca in the leaves on the "It" side. However, magnesium (Mg) values were optimal in both analyzed samples. Among the analyzed micronutrients, we emphasize the elevated boron (B) levels and lower copper (Cu) and zinc (Zn) levels. These findings should be considered in the future, considering possible inputs (pesticides, foliar fertilizers). We particularly emphasize the need to create favorable conditions for nutrient uptake through optimal irrigation during the vegetation period because despite the rich potassium supply in the soil and good supplies of phosphorus and total nitrogen, we do not have a good supply of plants with these nutrients. Additionally, nitrogen fertilization should be applied multiple times during the vegetation period, preferably in conjunction with lemon orchard irrigation.

**Keywords:** lemon, soil analysis, analysis of plant material, macroelements, microelements



## 1. Uvod

Limun, među najznačajnijom vrstom iz roda Citrus uzgaja se još od srednjeg vijeka u preko 100 zemalja svijeta. Zbog ograničavajućih ekofizioloških čimbenika, uzgoj limuna je ograničen u području između 20° i 40° sjeverne i južne zemljopisne širine. U Hrvatskoj se uzgajaju između 42° i 44° sjeverne zemljopisne širine, što je zbog utjecaja tople morske struje koja se kreće od juga prema sjeveru uzduž istočne jadranske obale, jedno od najsjevernijih uzgojnih područja agruma u svijetu (Gugić i Cukrov, 2011). No, uzgoj agruma u Hrvatskoj je ipak zbog nepovoljnih klimatskih uvjeta, prvenstveno niskih zimskih temperatura, moguć samo u priobalnom području od Trogira do Konavala te na otocima, i to samo na određenim povoljnim mikroklimatskim položajima (Gugić i Cukrov 2011. prema Gatin i sur., 1983). U Republici Hrvatskoj, najveće površine i broj proizvođača nalaze se u Dubrovačko-neretvanskoj i Splitsko-dalmatinskoj županiji. Limun se u Republici Hrvatskoj uzgaja na svega 36,72 ha (Apprrr, 2022). U praksi se često javljaju problemi u proizvodnji limuna čiji su mogući uzroci u neodgovarajućoj gnojidbi i fiziologiji mineralne ishrane. Nakon planiranja i pripreme terena, podignut je nasad limuna na OPG Drinković na otoku Hvaru na površini od 0,45 ha. U prvim godinama uzgoja vizualno su utvrđene određene razlike između biljaka uzgajanih na različitim terasama (terasa="loz").

### 1.1 Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je utvrditi biljno-hranidbeni kapacitet tla i opskrbljenost biljaka hranivima u nasadu limuna- sorte Meyer na OPG Drinković na otoku Hvaru, usporediti dobivene vrijednosti makroelemenata i mikroelemenata u biljnom materijalu s referentnim vrijednostima istih za limun (Bergman 1992.), te utvrditi jesu li vidljive razlike u nasadu limuna uvjetovane specifičnim razlikama u tlu i fiziologijom mineralne ishrane.

## 2. Pregled literature

### 2.1 Uzgoj limuna

Agrumi predstavljaju suptropske biljke, a kao najznačajnije biljke iz roda Citrus važno je spomenuti limone, gorku i slatku naranču te mandarine. Na području Jadranske obale limuni, gorka i slatka naranča i mandarine uzgajaju se još od srednjeg vijeka kada su biljke agruma sa sobom donosili pomorci. Biljke su pronalazili diljem svijeta na putovanjima te su ih pomorci sadili u svojim okućnicama (Rošin i sur., 2010). Agrumi se uzgajaju u više od 100 zemalja diljem svijeta. Najveći proizvođači agruma u svijetu su Brazil, Kina, SAD, a najpoznatiji i najveći proizvođači agruma su zemlje Mediterana (Triantafyllidis i sur., 2020). Zemlje Mediterana doprinose sa 20% ukupne svjetske proizvodnje agruma (Fresh, 2017). U Grčkoj, nasadi agruma zauzimaju površinu od 40.000ha, odnosno 43% ukupnih nasada voćaka (Triantafyllidis i sur., 2020). Agrumi se u svijetu uzgajaju u području između 20° i 40° sjeverne i južne zemljopisne širine (Gugić i Cukrov, 2011. prema Bakarić, 1983). U Hrvatskoj se uzgajaju između 42° i 44° sjeverne zemljopisne širine, što je zbog utjecaja tople morske struje koja se kreće od juga prema sjeveru uzduž istočne jadranske obale, jedno od najsjevernijih uzgojnih područja agruma u svijetu (Gugić i Cukrov, 2011). No, uzgoj agruma u Hrvatskoj je ipak zbog nepovoljnih klimatskih uvjeta, prvenstveno niskih zimskih temperatura, moguć samo u priobalnom području od Trogira do Konavala te na otocima, i to samo na određenim povoljnim mikroklimatskim položajima (Gugić i Cukrov 2011. prema Gatin i sur., 1983). Iako, zbog klimatskih promjena u zadnje vrijeme, uzgoju limuna pogoduje i sjeverni dio mediteranskog dijela Hrvatske. Pogodna tla za proizvodnju agruma nalaze se na čitavom dubrovačkom obalnom području (Konavle, Župa Dubrovačka, Rijeka Dubrovačka, područje do rta poluotoka Pelješca s otocima: Koločep, Lopud, Šipan i Mljet), zatim agrumarski položaji na otocima Korčula, Lastovo, Hvar i Vis (Gugić i Cukrov, 2011). Agrumima odgovaraju tla koja su lakše strukture, odnosno pjeskovito-ilovaste strukture i glinasto-ilovaste strukture. Dobro drenirana, prozračna, homogena po dubini s dosta humusa, biološki aktivna, te dobro opskrbljena s hranjivima neutralne do slabo kisele reakcije (Miljković, 1991). Srivastava i Singh 2009. navode kako je jedan od najvažnijih ograničavajućih faktora za uzgoj agruma slaba propusnost tla pri čemu dolazi do zadržavanja vode uz korijen biljke čime se potencira razvoj bolesti. Analiza različitih komponenti održivosti određene sorte agruma u određenom pojasu agruma, pokazuje da su klima i tlo dvije odlučujuće komponente uspješnog uzgoja agruma (Srivastava i Singh, 2009). Pravilna opskrba hranjivim tvarima ključna je za održivost nasada. Ako je jedan element ispod donje razine optimalnih vrijednosti, rast usjeva i prinos će pasti čak i ako su ostali elementi u dovoljnoj količini (Obreza, Zekri i Futch 2020).

## 2.2. Morfološke karakteristike limuna

Stablo limuna obično doseže visinu od 3 do 6 metara, ali može narasti i do 10 metara. Grane su trnovite i čine otvorenu krošnju. Listovi su naizmjenični, crvenkasti kada počinju rasti te postaju tamnozeleni odozgo, svijetlozeleni dolje. Duguljastog su, eliptičnog ili dugo jajastog oblika, duljine 6,25 – 11,25 cm, fino nazubljeni. Cvjetovi su dvospolni (Klimek-Szczykutowicz i sur. 2020) te blago mirisni, a mogu biti pojedinačni ili se u pazušcima lišća mogu nalaziti 2 ili više u skupini. Pupoljci su crvenkasti; otvoreni cvjetovi imaju 4 ili 5 latica duljine 2 cm, bijele na gornjoj površini, blago ljubičaste ispod i 20 – 40 više ili manje sjedinjenih prašnika sa žutim prašnicima (Morton 1987). Plodovi limuna su ovalnog oblika te se kreću od veličine jajeta do srednje veličine grejpa. Kora je obično svijetložuta, iako su neki limuni šareni uzdužnim prugama zelene i žute ili bijele boje; aromatična je, prošarana uljnim žlijezdama; debljine od 6 – 10 mm (Morton 1978.). Boja limuna razvija se samo u podnebljima s hladnom zimom. Pulpa je blijedožuta, segmentirana u 8 do 10 dijelova, sočna, kisela. Neki plodovi su bez sjemenki dok većina ima nekoliko sjemenki. Sjemenke su eliptične ili jajaste, šiljaste, glatke, većinom dugačke 9,5 mm i bijele iznutra (Morton 1987.). Limunov sok sadrži 3,5 – 8,1 % kiselina, 1,9 – 3 % šećera, vitamine C i B6, pektin, željezo, fosfor, kalij, kalcij i magnezijeve soli.

### 2.2.1. Sorta Meyer

'Meyer' – hibrid je između četruna i hibrida mandarina/pomela (Curk i sur. 2016.). Otkrio ga je F. Meyer 1908. u Pekingu, njegova povijest prije toga nije poznata. Formira plodove jajolika, eliptična ili duguljasta oblika srednje veličine. Kora je svijetlo-narančasta s brojnim malim uljnim žlijezdama, debljine 3 – 6 mm. Pulpa je blijedo narančasto-žuta, sa 8 – 12 sitnih sjemenki. Sok ima manji udio kiselina i više šećera nego uobičajeni limuni. Ima tendenciju plodonošenja kroz čitavu godinu, ali glavni urod je od prosinca do travnja. Stablo je malo, s malo trnja, plodno te otporno na hladnoću, preživljava temperature do -3 °C (Citrus Pages 2021). Razvija srednje bujno stablo s većim brojem kratkih izbojaka koji stvaraju izrazito gustu krošnju (Rotim i Čuljak, 2015). Dobro raste u standardnim klimatskim uvjetima za proizvodnju agruma ali također raste u hladnijim područjima i područjima koja imaju kratkotrajne mrazove. Dobro uspijeva na podlogama slatke naranče i grubog limuna /*Rough lemon*/ (Morton 1987). Unatoč svojoj popularnosti i jedinstvenom, vrlo cijenjenom okusu, njegova mekana tanka koža slabo podnosi transport te se lako oštećuje (Citrus Pages 2021). Intenzivno je zasađen u Teksasu i Queenslandu, Australiji i Novom Zelandu (Morton 1987). Temeljem dvadesetogodišnjih podataka iz HAPIH-a (Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu), u ukupnom sortimentu proizvedenih sadnica limuna u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2000-2020., sorta Meyer čini 46,7% (Biško i sur. 2021).



Slika 1: sorta Meyer, Mersin Turska, listopad 2022., foto: Ante Biško

### 2.2.2. *Poncirus trifoliata*

Odabir podloge jedan je od najvažnijih čimbenika u proizvodnji voćaka jer ovisno o podlozi, kultivari imaju različitu sposobnost rasta, kvalitetu plodova, otpornost na bolesti te mogućnost usvajanja mineralnih tvari (Dubey i Sharma, 2016). Dubey i Sharma, 2016., prema Bergmann 1992., tvrde da je koncentracija hranjivih tvari u voćkama različita ovisno o podlozi na kojoj su cijepljene, iako su uzgajane u istim uvjetima. Također ističu važnost odabira odgovarajuće podloge za određenu sortu agruma navodeći da podloga direktno utječe na sposobnost biljke pri apsorpciji vode i mineralnih tvari iz tla. *Poncirus trifoliata*, trolisna naranča iz porodice Rutacea, podrijetlom iz Kine, u početku je bila pre bujna te su izdvojeni slabo bujni klonovi za kojima je u današnje vrijeme sve veći interes jer su idealne za proizvodnju nasada velike gustoće te su prikladne za mehanizirani uzgoj (Hayat i sur. 2022). Također, prema Hayat i sur. 2022., velika gustoća stabala, u kombinaciji sa sortama prilagođenim uzgojnom području, omogućuje visok prinos te povećava isplativost proizvodnje. Istraživanjima je dokazano da je *Poncirus trifoliata* izvrsna kao podloga za uzgoj agruma. *Poncirus trifoliata* najpogodnija je za uzgoj na dobro dreniranim glinastim i ilovastim tlima sa smanjenim udjelom vapna te ne podnosi jako kisela niti jako alkalna tla (Hardy, 2004). Ima malu dubinu ukorjenjivanja međutim korijenski sustav je jako žiličast stoga slabo podnosi sušu te je navodnjavanje neophodno. Otporna je na triteznu, phytophthoru i citrusne nematode te također dobro podnosi hladnoću (Hardy, 2004). Prema istraživanju Ahmed i Al-Shurafa (1984) o utjecaju različitih podloga na mineralni sastav lista agruma, podloga *Poncirus trifoliata* imala je veću količinu fosfora u mladim listovima od ostalih podloga na kojima je istraživanje provedeno. Također veću količinu fosfora imala je i u istraživanju Dubey i Sharma 2016. Prvenstveno zbog izuzetne otpornosti na niske temperature, u Republici Hrvatskoj na navedenoj podlozi se cijepi više od 95% agruma (mandarina, limun, naranča i grejp), dok sve

ostale podloge čine cca 4,5% (Biško i sur., 2021.). Bez obzira na njene pozitivne značajke (otpornost na niske zimske temperature i tolerancija na triteza virus i Phytophthoru), ima i određena ograničenja: nedovoljnu toleranciju na Exocortis , virus koji najčešće napada agrume cijepljene na podlozi Poncirus trifoliata a koji uzrokuje sušenje kore te propadanje stabala agruma (Rotim i Čuljak, 2015). Također, ne podnosi alkalna tla na kojima se redovito javlja fero-kloroza.



## 2.3. Uvoz i izvoz limuna u Republici Hrvatskoj

### 2.3.1. Uvoz limuna u Republici Hrvatskoj

Obzirom na ograničenu mogućnost uzgoja limuna glede agroklimatskih uvjeta kako je u tekstu navedeno, a njegovu široku uporabu, Republika Hrvatska primorana je uvoziti limun. U prilogu 1. prema podacima Državnog zavoda za statistiku napravljen je pregled količine uvoza limuna u tonama (t) te novčana vrijednost uvoza limuna u eurima (€) za razdoblje od 1. mjeseca 2018. – 7. mjeseca 2022. godine. Republika Hrvatska najveće količine uvozi od zemalja članica Europske Unije i to najvećim dijelom od mediteranskih zemalja. Najveću količinu limuna u tonama (t) Republika Hrvatska uvozi od Španjolske od čega je 2021. godine zabilježen uvoz od 6136,9 t, novčane vrijednosti 4.533.759,00 €. Nakon Španjolske koja je godinama kontinuirano najveći izvoznik u RH, slijedi Turska koja je do 7. mjeseca 2022. godine imala najveću količinu izvoza u RH od čak 4948,7 t dok je Španjolska do tada imala svega 2397,5 t. Zanimljiva je činjenica da Španjolsku i Tursku kao najveće izvoznike u RH odmah slijedi Njemačka koja sama po sebi nije intenzivni proizvođač limuna zbog svog položaja te agroklimatskih uvjeta. Odmah uz Njemačku, u prosjeku istu količinu izvoza u tonama prema RH ima Italija, mediteranska zemlja proizvođač agruma. Italija je u prosjeku od 2018. – 2022. godine u RH izvezla 1288,3 t limuna, prosječne novčane vrijednosti od 1.336.558,2€. Važno je spomenuti i Sloveniju koja je 2018. imala izvoz u RH od čak 3132,7 t, novčane vrijednosti 3.021.262,00 €, odmah uz Španjolsku i Tursku. Međutim, nakon 2018. godine uvoz iz Slovenije je upola manji kao što je vidljivo iz priloga. Od ostalih zemalja s kojima RH kontinuirano trguje, možemo izdvojiti Nizozemsku sa prosječnom količinom uvoza od 940,72 t, prosječne novčane vrijednosti od 1.135.431,8 €. Iz tablice je vidljivo da je uvoz iz Nizozemske od 2020. godine krenuo rasti. Uz Nizozemsku važno je spomenuti i Argentinu, južnoameričku zemlju s kojom RH također kontinuirano surađuje. Prosječni uvoz iz Argentine iznosi 337,42 t, međutim, vidljivo je da taj broj od 2020. pada. Također, prikazana i ukupna količina uvoza limuna iz čega je vidljivo da je u 2020. zabilježena povećana količina uvoza od 15653,8 t u odnosu na 2019. godinu od 13978 t. Važno je istaknuti da je 2020. godina obilježena Covid-19 pandemijom pa se postavlja pitanje da li je i to utjecalo na povećan uvoz limuna u RH zbog njegovih dobrobiti jačanja imuniteta visokim količinama vitamina C?

U tablici 1. prikazana je ukupna količina uvoza u tonama (t) te novčana vrijednost uvoza u eurima (€) od 1. mjeseca 2018.- 7. mjeseca 2022. godine. U petogodišnjem razdoblju od 2018.- 2022. Republika Hrvatska je uvezla količinu od 72.963,5 t limuna, novčane vrijednosti uvoza od 68.341.522,00 €. Važno je istaknuti porast uvoza za 1.675,8 t u 2020. godini u odnosu na 2019. godinu. Također, bilježi se porast od 2.270,8 t u 2021. godini u odnosu na 2020. godinu. Najveću količinu uvoza bilježi 2021. godina, čak 17924,6 t, novčane vrijednosti uvoza od 14.592.339€. Najveću novčanu vrijednost uvoza bilježi 2020. godina od 15.866.863€ sa

15653,8t. Do 7. mjeseca 2022.godine u RH je uvezeno 11.252,6 t limuna što je za 2.725,4 t manje od ukupne količine iz 2019. godine. Budući da je riječ o polugodišnjim podacima iz 2022. godine, očekuje se da će se i u 2022. godini zabilježiti daljnji kontinuirani rast.

<b>Godina</b>	<b>Količina uvoza u t</b>	<b>Vrijednost uvoza u €</b>
<b>2018.</b>	14154,5 t	14.655.919,00 €
<b>2019.</b>	13978 t	12.986.831,00 €
<b>2020.</b>	15653,8 t	15.886.863,00 €
<b>2021.</b>	17924,6 t	14.592.339,00 €
<b>2022.</b>	11252,6 t	10.219.570,00 €
<b>Ukupno</b>	<b>72963,5 t</b>	<b>68.341.522,00 €</b>

Tablica 1. Ukupan prikaz količine uvoza u tonama (t) te novčane vrijednosti uvoza u eurima (€) od 1.mjeseca 2018.- 7. mjeseca 2022. godine

Izvor: Državni zavod za statistiku

### 2.3.2. Izvoz limuna iz Republike Hrvatske

Kada govorimo o izvozu limuna, u odnosu na uvoz, Republika Hrvatska izvozi jako male količine limuna. U odnosu na ukupnu količinu uvoza iz tablice 1., Republika Hrvatska izvozi svega 13,88% limuna. Zbog ograničenih agroekoloških uvjeta uzgoja limuna, u Republici Hrvatskoj se limun najvećim dijelom proizvodi za osobnu upotrebu, a komercijalnih velikih proizvođača gotovo i nema. Limun se u Republici Hrvatskoj uzgaja na 36,72 ha (Apprrr,2022) dok je proizvodnja za 2021. godinu iznosila svega 262 tona (Ministarstvo poljoprivrede prema DZS, 2022). Prema Ministarstvu poljoprivrede 2022., samodostatnost proizvodnje limuna za 2020. godinu iznosila je svega 2,65%. Najveće površine i broj proizvođača nalaze se na području Dubrovačko-neretvanske i Splitsko-dalmatinske županije. U prilogu 2. prikazana je količina izvoza limuna u tonama (t) te novčana vrijednost izvoza limuna u eurima (€) za razdoblje od 1. mjeseca 2018. do 7. mjeseca 2022. godine. Vidljivo da Republika Hrvatska izvozi limun u svega nekoliko zemalja kontinuirano kroz petogodišnje razdoblje i to prema susjednim zemljama. Obzirom na podatak o ukupnoj proizvodnji od 262 t za 2021. godinu u odnosu na količinu izvoza prikazanoj u tablici 2., može se zaključiti da RH izvozi dio uvezene količine limuna.

U tablici 2. prikazana je ukupna količina izvoza u tonama (t) te novčana vrijednost izvoza u eurima (€) od 1.mjeseca 2018.- 7. mjeseca 2022. godine. U petogodišnjem razdoblju od 2018.- 2022. Republika Hrvatska je izvezla količinu od 10.127,6 t limuna, novčane vrijednosti 7,400,510.00 €.

Godina	Količina izvoza u t	Vrijednost izvoza u €
<b>2018.</b>	792,6 t	574,819.00 €
<b>2019.</b>	386,3 t	320,374.00 €
<b>2020.</b>	1669,9 t	1,507,586.00 €
<b>2021.</b>	3068,5 t	2,335,357.00 €
<b>2022.</b>	4210,3 t	2,662,374.00 €
<b>Ukupno</b>	<b>10.127,6 t</b>	<b>7,400,510.00 €</b>

Tablica 2. Ukupan prikaz količine izvoza u tonama (t) te novčane vrijednosti izvoza u eurima (€) od 1.mjeseca 2018.- 7. mjeseca 2022. godine

Izvor: Državni zavod za statistiku

## 2.4. Mineralna ishrana

Mineralne hranjive tvari koje biljka uzima iz tla neophodne su za njen rast i razvoj ali i za održavanje njenog zdravlja te zaštitu od patogena. Svaka biljna vrsta nema iste zahtjeve za pH tla, temperaturom, količinom oborina pa tako ni za potrebnim količinama hranjivih tvari. Mineralne hranjive tvari dijele se na makroelemente (dušik-N, fosfor-P, kalij-K, kalcij-Ca, magnezij-Mg, sumpor-S) koji su biljci potrebni u većim količinama, te mikroelemente (željezo-Fe, bakar-Cu, cink-Zn, mangan-Mn, bor-B, molibden-Mo, klor-Cl) koje biljka uzima u manjim količinama. Ugljik, vodik i kisik ne ubrajaju se u mineralna hranjiva jer ih biljka prima u obliku vode iz tla i plinova ( $O_2$  i  $CO_2$ ) iz zraka (Lazarević i Poljak, 2019). Sve mineralne hranjive tvari koje biljka uzima neophodne su za njen pravilan rast i razvoj, a optimalne vrijednosti makroelementa i mikroelemenata te ravnoteža među istim najbitniji su čimbenik u proizvodnji bilja te postizanju visokih prinosa. Srivastava & Singh 2009., navode prema Obreza 2003., da se uspješan program upravljanja hranjivim tvarima može odvojiti u četiri glavne komponente : praćenje, razvoj programa, primjena i evaluacija. Praćenje može biti kvalitativno (vizualno promatranje učinka u smislu rasta i prinosa) ili kvantitativno (laboratorijska analiza uzoraka tla ili lišća). Razvoj programa se odnosi na čimbenike poput izvora gnojiva, njegove količine, vremena te učestalosti njegove primjene. Komponenta primjene bazira se na odabir odgovarajuće primjene gnojiva poput folijarne gnojidbe, fertirigacije, gnojidbe u tlo i dr. Kao zadnju komponentu uspješnog upravljanja hranjivim tvarima, Srivastava & Singh 2009., prema Obreza 2003., navode evaluaciju odnosno procjenu primjene te reakciju i poboljšanje usjeva kroz povećanje prinosa, rasta te kvalitete plodova. Srivastava 2013., u istraživanju o upravljanju hranjivim tvarima specifičnim za određenu lokaciju, ističe važnost identifikacije i kvantifikacije varijabilnosti fizikalnih i kemijskih svojstava tla te razumijevanje utjecaja varijabilnosti tla na rast usjeva kako bi se na što bolji način moglo upravljati istim te kao krajnji cilj povećati količinu te kvalitetu prinosa.

### 2.4.1. Reakcija tla (pH)

Reakcija tla, izražena kroz pH vrijednost tla predstavlja najznačajniji abiotski čimbenik o kojem ovisi topljivost i pristupačnost hraniva biljci, pokazatelj je niza agrokemijskih svojstava tla, a određena je mineralnim i organskim dijelom krute faze tla (Vukadinović i Lončarić, 1998). Pored velikog utjecaja na sve procese u tlu, reakcija tla ima značajan utjecaj na mikrobiološku aktivnost (posebice na aktivnost nitrifikatora i fiksatora dušika), sintezu humusa, kapacitet adsorpcije, oksidoredukcijski potencijal te na dinamiku i način usvajanja biljnih hraniva (Čoga i Slunjski, 2018). Poznavanje optimalnih vrijednosti reakcije tla za pojedine biljne vrste od primarnog je značaja za uspješnu biljnu proizvodnju. Premda se pojedine biljne vrste uspješno uzgajaju u širokom rasponu pH vrijednosti, optimalna reakcija tla za uzgoj većine poljoprivrednih kultura kreće se u rasponu od slabo kisele do neutralne reakcije (pH nKCl 5,5-

7,0), pri kojoj je najbolja topljivost i pristupačnost većine hraniva (Čoga i Slunjski, 2018). Osim na kiselim tlima, pristupačnost određenih hraniva može biti smanjena i u alkalnim tlima uslijed antagonističkih odnosa između kalija i kalcija te kalija i magnezija (Čoga i Slunjski 2018. prema Garcia i sur., 1999). Nadalje, zbog povećanih koncentracija kalcija, na alkalnim tlima smanjena je i pristupačnost fosfora uslijed tvorbe teže topljivih kalcijevih fosfata. Na tlima koja su bogata karbonatima smanjeno je i usvajanje željeza, mangana i bakra zbog slabe topljivosti spojeva koji sadrže mikroelemente (Čoga i Slunjski 2018. prema Ksouri i sur., 2001). Karbonatna tla često sadrže veće količine ukupnog željeza, međutim vrlo male količine su u biljci pristupačnom obliku. Na tlima s visokim pH vrijednostima dolazi do intenzivne tvorbe hidoksida željeza ( $\text{Fe(OH)}^{2+}$ ,  $\text{Fe(OH)}_3$  i  $\text{Fe(OH)}^{4-}$ ) koji su slabo topljivi i glavni su razlog slabe opskrbljenosti biljke željezom na karbonatnim tlima, što rezultira pojavom kloroze (Čoga i Slunjski, 2018).

## 2.5. Fiziološka uloga makroelemenata

### 2.5.1. Dušik

Pristupačnost dušika u tlu jedan je od glavnih ograničavajućih čimbenika poljoprivredne proizvodnje te se može reći da je dušik najvažnije biljno hranjivo. U tlu se dušik nalazi u organskoj i anorganskoj formi. Na mineralni dio dušika otpada vrlo mali dio ukupne količine dušika, što čini razliku između dušika i ostalih biogenih elemenata. U tlo dospijeva putem organske i mineralne gnojidbe, mikrobiološkom fiksacijom (simbiotskom i asimbiotskom) iz atmosfere, a manjim dijelom i precipitacijom (nastajanje nitrata prilikom električnih pražnjenja u atmosferi). Biljkama je pristupačan u  $\text{NO}_3^-$  (nitratnom) i  $\text{NH}_4^+$  (amonijском) obliku iz otopine tla, kao i  $\text{NH}_4^+$  vezan na adsorpcijskom kompleksu tla i površini višeslojnih glinenih minerala (Čoga i Slunjski, 2018). Dušik se nalazi u strukturi mnogih staničnih komponenti, uključujući aminokiseline, proteine i nukleinske kiseline, stoga njegov nedostatak vrlo brzo dovodi do prestanka rasta biljke (Lazarević i Poljak, 2019). Ukupna količina dušika u tlu ovisi o brojnim čimbenicima kao što su fizikalno-kemijske značajke tla, klima, topografija i vegetacija. Sadržaj ukupnog dušika u poljoprivrednim tlima kreće se u rasponu od 0,1 do 0,3 %, a od toga je biljkama na raspolaganju tijekom godine svega 1 do 5 %, što znači da je gnojidba tla dušičnim gnojivima nezaobilazna agrotehnička mjera. Od ukupne količine dušika u tlu, 95- 99 % nalazi se u kompleksnim organskim spojevima (proteini, nukleinske kiseline, amini, amidi, fotosintetski pigmenti i dr.) koje mikroorganizmi trebaju razgraditi da bi bili biljkama na raspolaganju (Čoga i Slunjski, 2018). Za normalnu staničnu diobu, rast i disanje potrebna je velika količina esencijalnih dušičnih spojeva u svakoj biljnoj stanici a čak je i pigment zelenog lišća klorofil, koji biljkama omogućuje korištenje energije sunčeve svjetlosti za stvaranje šećera iz ugljičnog dioksida i vode, dušikov spoj (Zekri i Obreza, 2003). Prema Zekri i Obreza 2003., pravilna opskrba dušikom u ishrani bilja zahtijeva da drugi bitni elementi, posebno P, K, Ca i Mg, budu prisutni u odgovarajućoj količini. Također, navode ukoliko je opskrba jednim ili više njih neadekvatna, dodavanje dušika većini uobičajenih nasada možda neće dovesti do optimalnog rasta. Takve su biljke često osjetljive na bolesti, kasno sazrijevaju i daju plodove loše kvalitete. Međutim, ako su ravnoteža hranjivih tvari i ukupna opskrba odgovarajući, doći će do značajnog rasta tamnozelenog lišća. Dušik je mineralni element koji stabla agruma najviše koriste za proizvodnju lišća, cvjetova i plodova, iako se Ca i K također koriste u velikim količinama (Zekri i Obreza, 2003).

### 2.5.2. Fosfor

Količine ukupnog fosfora u litosferi variraju u vrlo širokom rasponu od 0,02- 0,15 % jer ulazi u sastav velikog broja različito topljivih minerala, ali se nalazi i vezan u organskoj tvari tla (Čoga i Slunjski, 2018). U tlu se nalazi u anorganskom i organskom obliku, od čega na anorganski oblik fosfora otpada od 40 do 80 %, a na organski vezan fosfor 20-60 % (Čoga i Slunjski, 2018. prema Marschner, 1995; White, 2003). Nalazimo ga i u raznim mineralima, vezanog na adsorpcijskom kompleksu te nešto malo u otopini tla. Premda se radi o iznimno niskim koncentracijama fosfora u otopini tla, utvrđivanje njegove vrijednosti od iznimnog je značaja za gnojidbu i ishranu biljaka, jer se radi o biljci pristupačnom fosforu (Čoga i Slunjski, 2018). Generalno gledajući, količina fosfora koja je na raspolaganju biljci direktno ovisi o količini fosfora u otopini i sposobnosti adsorpcijskog kompleksa tla da održava tu ravnotežu (Čoga i Slunjski 2018. prema Violante, 2002). Biljka za ishranu koristi fosfor u anionskom obliku i to isključivo kao  $H_2PO_4^-$  i  $HPO_4^{2-}$ , ugrađujući ga u organsku tvar bez redukcije (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). U biljci, fosfor je prisutan u svim živim tkivima, a njegova fiziološka funkcija je neophodna za mnoge životne procese kao što su fotosinteza, sinteza i razgradnja ugljikohidrata te prijenos energije unutar biljke (Zekri i Obreza, 2003). Također pomaže biljkama pohraniti i koristiti energiju iz fotosinteze za formiranje sjemena, razvoj korijena, ubrzavanje zrelosti i otpornost na stres te je uključen u unos i translokaciju hranjivih tvari. Glavni je dio citoplazme i jezgre stanica, gdje sudjeluje u organizaciji stanica i prijenosu nasljednih karakteristika (Zekri i Obreza, 2003).

### 2.5.3. Kalij

Kalij je alkalni metal koji ne ulazi u sastav organske tvari, ima ulogu specifičnog aktivatora, odnosno modulatora aktivnosti enzima i elektrolita a zbog visoke koncentracije u protoplazmi snažno utječe na hidratiziranost protoplazme, što mu daje ključnu ulogu u fotosintezi, transportu asimilata floemom, metabolizmu dušika i skladištenju rezervnih tvari (Čoga i Slunjski, 2018). Kalij se u tlu kreće u količinama od 0,2% do 3% što ovisi o tipu tla. Teža, glinenasta tla imaju veću količinu kalija od pjeskovitih tala. Kalij se u tlu nalazi u četiri različita oblika: kalij u otopini tla, zamjenjivi kalij vezan na adsorpcijskom kompleksu tla, kalij fiksiran u međulamelarnim prostorima sekundarnih minerala gline i kalij ugrađen u nezamjenjivom obliku u kristalnoj rešetci raznih minerala tla (Čoga i Slunjski, 2018.,prema Di Meo i sur., 2003). Biljkama je dostupan kalij iz otopine tla i zamjenjivi kalij, dok se fiksirani kalij i kalij u kristalnoj strukturi minerala vrlo sporo oslobađa i predstavlja glavnu rezervu kalija u tlu (Čoga i Slunjski, 2018). Kalij je u biljci neophodan za nekoliko osnovnih fizioloških funkcija kao što su stvaranje šećera i škroba, sintezu proteina, normalnu diobu i rast stanica te neutralizaciju organskih kiselina (Zekri i Obreza, 2003). Sudjeluje u regulaciji opskrbe biljaka ugljičnim dioksidom kontrolirajući otvaranje i zatvaranje puči. Kalij ima vrlo važnu ulogu u fotosintezi, floemskom

transportu asimilata, metabolizmu dušika, otpornosti biljaka na sušu, mraz, salinitet i patogene (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Važan u formiranju ploda i povećava veličinu, okus i boju ploda.

#### 2.5.4. Kalcij

Kalcij spada u skupinu zemljoalkalijskih metala te je jedan od najzastupljenijih elemenata u litosferi. Primarni minerali silicija i sekundarni minerali kalcija, kao što su dolomit ( $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$ ), kalcit ( $\text{CaCO}_3$ ) i gips ( $\text{CaSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ ) te različiti kalcijevi fosfati predstavljaju glavne izvore kalcija u tlu te se njihovom razgradnjom oslobađa kalcij koji gradi nove sekundarne minerale ili je u tlu pretežito izmjenjivo sorbiran (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Kalcij ima nezamjenjivu ulogu u održavanju pH tla, time utječe na raspoloživost drugih elemenata, ponajprije bora, željeza, bakra, cinka i mangana (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Biljke kalcij usvajaju u ionskom obliku kao  $\text{Ca}^{2+}$  iz otopine tla. Kalcij u biljci sudjeluje u građi kalcijevog pektinata te na taj način ima ulogu u održavanju strukture stanica. Također ima utjecaj na regulaciju permeabilnosti stanične membrane te djeluje kao Ca-fosfatni pufer u regulaciji kiselosti staničnog sadržaja. Kalcij je faktor sinteze oksalne kiseline, koja lako veže K, Na, N, B, P i Ca, pa je samim time kalcij bitan faktor za opskrbljenost biljaka navedenim elementima (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

#### 2.5.5. Sumpor

Sumpor se u tlu nalazi u organskom i anorganskom obliku, a u otopini tla sumpor se nalazi u obliku sulfatnog iona ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) koji je pristupačan biljkama (Čoga i Slunjski, 2018). Od 0,01-0,25% kolika je ukupna količina sumpora u tlu, 80-90% se nalazi u organskom obliku. Lako je pokretan u tlu stoga je sklon ispiranju. U biljci je važan u produkciji aminokiselina i proteina, sastavni je dio vitamina i nekih biljnih hormona (Zekri i Obreza, 2003). Sudjeluje u održavanju ionske ravnoteže u protoplazmi te se smatra kako sumpor ima ulogu i u otpornosti biljaka prema suši i niskim temperaturama (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

#### 2.5.6. Magnezij

Sadržaj magnezija u tlu značajno varira ovisno o fizikalno-kemijskim svojstvima tla, s posebnim naglaskom na mehanički sastav i pH vrijednost tla a značajno manje koncentracije magnezija prisutne su u kiselim i pjeskovitim tlima, u odnosu na neutralna i/ili alkalna tla težeg mehaničkog sastava (Čoga i Slunjski, 2018). Magnezij se u tlu može pronaći u otopini tla, na adsorpcijskom kompleksu te u različitim mineralima. Na pristupačnost magnezija značajan



utjecaj ima pH vrijednost tla, ionske interakcije s posebnim naglaskom na antagonizam s ostalim kationima ( $Mg^{2+}$  i  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  i  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  i  $NH_4^+$ ), vlažnost tla i biljni metabolizam (Čoga i Slunjski, 2018). U biljci, magnezij igra ključnu ulogu kao središnji dio u strukturi klorofila te time direktno sudjeluje u procesima fotosinteze. Također, magnezij je aktivator nekoliko enzima te je uključen u metabolizam ugljikohidrata i sintezu nukleinskih kiselina. Magnezij utječe na kretanje ugljikohidrata iz lišća u druge dijelove stabla te također potiče unos i transport fosfora ( Zekri i Obreza, 2003).

## 2.6. Fiziološka uloga mikroelemenata

Premda su potrebni u manjim količinama u odnosu na makroelemente, mikroelementi su neophodni i jednako važni kao i makroelementi jer njihov nedostatak dovodi do smanjenja visine i kvalitete prinosa (Čoga i Slunjski, 2018). Zajednička značajka svih mikroelemenata je uska granica između optimalnog i toksičnog djelovanja, o čemu treba voditi računa prilikom gnojidbe a vrlo je malo podataka o kritičnim koncentracijama za pojedine elemente u tlu i biljnom materijalu pri kojima dolazi do smanjenja visine i kvalitete prinosa ili do toksičnog učinka na rast i razvoj biljaka ( Čoga i Slunjski, 2018).

### 2.6.1. Željezo

Željezo je litofilni glavni element, četvrti po učestalosti u Zemljinoj kori, a dolazi u spojevima s drugim prijelaznim elementima kao što su Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Co, Cu i Zn (Čoga i Slunjski, 2018). U tlu se željezo nalazi u otopljenom, zamjenjivom i nezamjenjivom obliku a količina željeza u otopini tla i adsorbiranog u zamjenjivom obliku je mala, te u najvećoj mjeri ovisi o pH vrijednosti tla (Čoga i Slunjski, 2018). Što je tlo kiseliije to je veća koncentracija željeznih iona u otopini tla, a zbog njegove dobre pokretljivosti u kiselim tlima dolazi do ispiranja željeza iz oraničnog sloja u dublje slojeve tla te do njegovog taloženja i formiranja nepropusnih ili slabo propusnih slojeva tla (Čoga i Slunjski, 2018). Željezo se u voćkama javlja u manjim količinama no one su od velike važnosti. Željezo regulira biosintezu klorofila, ugljikohidrata i ulja, tvorbu bjelančevina, sintezu vitamina, oksidoredukcijske procese itd. (Miljković, 1991). Najveća količina željeza se nalazi u listovima gdje ima ulogu u sintezi proteina kloroplasta. Željezo također utječe na povećanje otpornosti prema suši i niskim temperaturama ( Miljković, 1991).

### 2.6.2. Cink

Ukupni sadržaj cinka u tlu određen je minerološkim sastavom tla, sastavom matičnog supstrata i sadržajem kvarca (Čoga i Slunjski, 2018). Sadržaj ukupnog cinka u tlu kreće se u rasponu od 10-300 mg Zn kg<sup>-1</sup> tla, a litosfera ga u prosjeku sadrži 80 mg kg<sup>-1</sup> tla. Pristupačnost cinka opada s povećanjem reakcije (pH) tla, a na pristupačnost utječe i koncentracija drugih iona, posebno fosfatnog (Čoga i Slunjski, 2018). Kod viših pH vrijednosti tla pristupačnost cinka se povećava zbog tvorbe cinkata koji su pokretljiviji, jer se slabije adsorbiraju. Nedostatak se najčešće javlja na glinastim i karbonatnim tlima. Cink je važan mikroelement u životu voćaka i ima važnu funkciju kao biokatalizator u tvorbi klorofila i nekih aminokiselina (Miljković, 1991). Cink je sastavi dio mnogih enzima te sudjeluje u metabolizmu mnogih tvari, a posebno proteina. Aktivator je enzima dehidrogenaze, karboanhidraze, alkohol-dehidrogenaze te je

dio njihove građe. Sudjeluje u biosintezi DNA i RNA, sintezi proteina te utječe na rast biljaka. Cink utječe na usvajanje i transport fosfora, povećava otpornosti prema bolestima, suši i niskim temperaturama (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

### 2.6.3. Mangan

Ukupan sadržaj Mn u tlima kreće se u rasponu od 200-3000 mg Mn kg<sup>-1</sup>, a od toga je biljkama pristupačno svega 0,1-1,0 % (Čoga i Slunjski, 2018). U tlu se nalazi u različitim oblicima, kao slobodni ion, vezan na adsorpcijskom kompleksu i u kristalnoj rešetci raznih minerala (Čoga i Slunjski, 2018. prema Zhang i sur.,1997). Biljke usvajaju mangan u obliku Mn<sup>2+</sup> iz otopine tla i zamjenjivom obliku na adsorpcijskom kompleksu. Mangan je važan biokatalizator čitavog niza fizioloških procesa, uključujući i tvorbu klorofila, te znatno utječe na tvorbu škroba i šećera i općenito na razvoj reproduktivnih organa (Miljković, 1991). Ioni mangana aktiviraju nekoliko važnih enzima u biljnoj stanici, uglavnom dekarboksilaze i dehidrogenaze koje sudjeluju u ciklusu limunske kiseline ( Lazarević i Poljak, 2019). Kod dobre raspoloživosti mangana biljci, smanjuje se potreba za N, P, K i Ca bez smanjenja prinosa tako da je mangan važan i za ekonomičnije iskorištavanje drugih hraniva u tlu ( Vukadinović i Vukadinović, 2011).

### 2.6.4. Bor

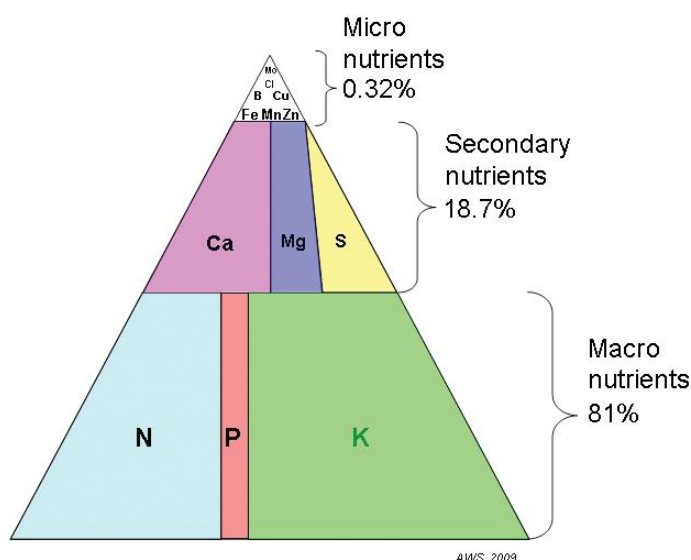
U tlu se pojavljuje kao vodotopljivi bor, sorbiran na koloide i kao konstituent u raznim silikatima, a potječe iz primarnih minerala od kojih su najznačajniji turmalin (3 do 4 % B), i datolit te iz sekundarnih minerala kao što su boracit i kolemanit (Čoga i Slunjski, 2018). Najčešće se u tlu nalazi u obliku borne kiseline (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), koja je najbolje topljiva te u obliku H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub><sup>-</sup> ili HBO<sub>3</sub><sup>2-</sup> a na njegovu topivost utječe više faktora, a najznačajniji su pH, tekstura i vlažnost tla (Čoga i Slunjski, 2018). Topljivost spojeva bora raste s kiselošću tla, pa u kiselim tlima može doći do ispiranja bora, što je naročito izraženo u humidnim uvjetima a nedostatak se najčešće javlja na alkanimm tlima s visokim pH, povezano sa antagonizmom bora i kalcija (Čoga i Slunjski, 2018). Fiziološka uloga bora u biljci je ta da sudjeluje u transportu šećera i metabolizmu ugljikohidrata, sintezi proteina, metabolizmu RNA i dr.

### 2.6.5. Bakar

Bakar se u tlu nalazi u jako malim količinama te su njegove prosječne vrijednosti u tlu od 5 do 50 mg Cu kg<sup>-1</sup>. Općenito, više bakra sadrže tla nastala od bazičnih stijena u odnosu na tla nastala iz kiselih stijena (Čoga i Slunjski, 2018. prema He i sur., 2005). Bakar u tlu gradi vrlo stabilne kompleksne spojeve s organskim kiselinama, organskim tvarima i tako vezan je slabo pristupačan biljkama. Zbog toga se manjak bakra najčešće javlja na jako humoznim tlima i karbonatnim tlima gnojenim velikim količinama organske tvari (Čoga i Slunjski, 2018). Količina bakra opada po dubini tla jer se bakar veže na organsku tvar koja je najzastupljenija u gornjem sloju (prvih 10 cm) tla (Čoga i Slunjski, 2018). Biljke bakar usvajaju u obliku Cu<sup>2+</sup> a njegova fiziološka uloga u biljci je vrlo važna jer je on aktivator mnogih enzima koji sudjeluju u oksidacijskim procesima. Sudjeluje u procesima fotosinteze i stvaranju klorofila te ima važnu ulogu u metabolizmu korijenja obzirom da je koncentracija bakra veća u tkivu korijena nego ostalim tkivima u biljci (Zekri i Obreza, 2003.) Obilna gnojidba dušikom može povećati nedostatak bakra (Zekri i Obreza,2003.)

## 2.7. Nedostaci mineralne ishrane kod agruma

Prema Schumann i sur, 2010. nedostatak hranjivih tvari u biljci povećava njenu osjetljivost na bolesti promjenom unutarnjih funkcija koje stvaraju povoljno okruženje za razvoj bolesti. Nadalje, infekcija patogenom mijenja fiziologiju biljke, posebice unos, transport i korištenje mineralnih hraniva. Patogeni mogu imobilizirati hranjive tvari u tlu ili u zaraženim tkivima. Oni također mogu ometati kretanje hranjivih tvari i vode ili korištenje vode u biljci, izazivajući dodatni stres. Takve infekcije mogu uzrokovati izgladnjivanje korijena, venuće i propadanje ili smrt biljaka, iako sam patogen ne mora biti izravno štetan. Ipak, drugi patogeni mogu sami iskoristiti hranjive tvari, što smanjuje dostupnost hranjivih tvari i povećava osjetljivost biljke na infekcije. Patogeni iz tla obično zaraze korijenje biljaka, smanjujući sposobnost biljke da uzme vodu i hranjive tvari. Biljke sa optimalnim koncentracijama hranjivih tvari imaju najveću otpornost na štetnike i bolesti dok se njihova osjetljivost povećava kako se koncentracija optimalnih vrijednosti smanjuje (Schumann i sur., 2010)



Slika 2 : Shematski prikaz relativnih optimalnih koncentracija hranjivih tvari za agrume

Izvor: Arnold Schumann, 2009. za Effects of mineral nutrition on health and performance of citrus trees, Citrus industry, 2010

Prema slici 2, po (Schumann i sur, 2010), relativna optimalna koncentracija hranjivih tvari za agrume u piramidalnoj shemi bi iznosila: 81% makroelemenata kalija, dušika i fosfora, 18.7% makroelemenata kalcija, sumpora te magnezija dok bi koncentracija svih mikroelemenata (Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo, Cl) iznosila svega 0.32%. S obzirom na pokretljivost pojedinog hraniva, simptomi njegova nedostatka javljaju se na određenim dijelovima biljke. Tako se simptomi slabo pokretnih hraniva javljaju na najmlađim organima (mladim listovima, vegetacijskim vrhovima, plodovima), a simptomi lako pokretnih hraniva na starim dijelovima biljaka (stariji listovi, donji dijelovi biljke). U slučaju nedostatka lako pokretnih hraniva dolazi

do njihove mobilizacije (premještanja) iz starijih organa u mlađe (zato se simptomi javljaju na starijim organima) (Lazarević i Poljak, 2019) Schumann i sur, 2010. navode da se bez kalija, u staničnim stjenkama ne može sintetizirati celuloza stoga nedostatak kalija može uzrokovati propuštanje sadržaja stanica iz staničnih stjenki, stvarajući okruženje koje potiče rast gljivica. Također navodi da su u nedostatku kalija, kalcija i dušika biljke osjetljivije na napad bakterija te da nedostatak kalcija i bora također uzrokuju mineralnu neravnotežu koja smanjuje otpornost na bolesti stvarajući povoljnije okruženje za rast patogena. Paraziti koji žive na umirućem tkivu ili koji otpuštaju toksine kako bi oštetili ili ubili biljke domaćine uspijevaju u situacijama s niskim sadržajem dušika. Dok dovoljna količina dušika povećava otpornost biljaka na većinu bakterijskih bolesti, prekomjerna količina dušika može imati suprotan učinak jer brzo rastuća tkiva s visokim udjelom dušika mogu imati nisku otpornost na napad. Mineralna ishrana također utječe na stvaranje mehaničkih barijera u biljnom tkivu. Kako lišće stari, nakupljanje silicija (Si – neesencijalni koristan element) u stjenkama stanica pomaže u stvaranju zaštitne barijere za prodor gljivica. Pretjerano visoka koncentracija dušika smanjuje sadržaj silicija razrjeđivanjem rasta i povećava osjetljivost na bolesti.

### 2.7.1. Nedostatak dušika

Budući da se dušik nalazi u strukturi klorofila, njegov se nedostatak očituje klorozom (žućenjem) listova, osobito starijeg. Pri izraženijem nedostatku dušika dolazi do potpunog žućenja (kloroze) i sušenja (nekroze) starijih listova. U slučaju postupnog nedostatka dušika javljaju se grube, odrvenjele stabljike (zbog nakupljanja ugljikohidrata koji se ne mogu koristiti u sintezi aminokiselina) (Lazarević i Poljak, 2019). Slika 3. prikazuje simptome nedostatka dušika na lišću limuna.



Slika 3: Simptomi nedostatka dušika na lišću limuna

Izvor: GlobalNet Academy, <https://www.globalnetacademy.edu.au/listen-to-your-lemons-what-are-your-citrus-trees-trying-to-tell-you/>, preuzeto: 22.6.2023.

### 2.7.2. Nedostatak fosfora

Prema Zekri i Obreza, 2003., u nedostatku opskrbljenosti tla fosforom usporava se rast biljke a budući da se fosfor u biljci kreće od starijih listova prema mlađim, prvi simptomi nedostatka fosfora očituju se na starijem lišću koje gubi tamnozelenu boju. Listovi su mali i uski sa ljubičastom ili brončanom diskoloracijom. Mladi listovi će također biti smanjenog rasta te je moguća pojava nekroza. Nedostatak fosfora utječe na prerano opadanje lišća dok će plodovi biti grube teksture s debelom korom te šupljom unutrašnjošću. Nedostatak fosfora može se pojaviti u područjima s velikom količinom oborina zbog ispiranja i erozije tla. U jako kiselim tlima, dostupnost fosfora je ograničena. Dostupnost fosfora je također smanjena u vapnenačkim tlima. Nedostatak fosfora može se ispraviti primjenom vodotopivog fosfornog gnojiva u tlo nakon potvrde nedostatka fosfora analizom biljnog materijala i tla (Zekri i Obreza,2003). Slika 4. prikazuje simptome nedostatka fosfora na listu limuna.



Slika 4. Simptomi nedostatka fosfora na listu limuna

Izvor: <https://ariesagro.com/citrus/> , preuzeto: 24.6. 2023.

### 2.7.3. Nedostatak kalija

Zekri i Obreza, 2003. navode da je nedostatak kalija prvo primjetan na starijem lišću a rezultira žućenjem vrhova i rubova lista. Također navode da nedostatak kalija uzrokuje sporiji rast, male grane, smanjenje veličine plodova s tankom korom te njihovo opadanje, povećava osjetljivost na sušu i hladnoću. Tla sa visokim koncentracijama kalcija, magnezija te dušika mogu smanjiti opskrbu biljaka kalijem. Smanjena koncentracija kalija tipična je za vapnenasta tla. Nedostatak vlage u tlu također smanjuje koncentraciju kalija te može dovesti do nedostatka istog. Ako je opskrba dušikom i fosforom visoka u odnosu na kalij, rast može biti brz na prvu, ali se koncentracija kalija u biljci može u konačnici smanjiti do nedostatka.

Dodatak kalija neophodan je za održavanje ravnoteže hranjivih tvari potrebnih za jednolik rast. U situacijama kada je raspoloživi kalij visok u usporedbi s opskrbom dušikom ili fosforom, dolazi do povećane potrošnje istog (Zekri i Obreza, 2003). Slika 5. prikazuje simptome nedostatka kalija na lišću limuna.



Slika 5. Simptomi nedostatka kalija na lišću limuna

Izvor: T. Obreza, <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/SS583>, preuzeto: 24.6.2023.

#### 2.7.4. Nedostatak kalcija

Nedostatak kalcija kod agruma ogleda se kroz blijedenje klorofila na rubovima lista te između glavnih žila tijekom zimskih mjeseci. Na izblijedenim mjestima mogu se razviti male nekrotične točke. Nedostatak kalcija dovodi do proizvodnje malih, zadebljanih listova i uzrokuje oslabljeno, stanjeno lišće i smanjenu proizvodnju plodova. Kod stabala s velikim nedostatkom može doći do odumiranja grančica i višestrukog rasta novih listova. Nedostatak kalcija obično se javlja na kiselim tlima gdje se nativni kalcij isprao. Kontinuirana uporaba gnojiva koja sadrže amonij, osobito amonijev sulfat, ubrzava gubitak kalcija iz tla. Dodatak vapna u tlo ne samo da neutralizira kiselost tla, već i opskrbljuje dostupnim Ca. Nedostatak kalcija također se može pojaviti u jako slanim tlima zbog prekomjerne koncentracije natrija. Nedostatak kalcija može se korigirati i folijarnim prskanjem vodotopivim izvorom kalcija (Zekri i Obreza, 2003.). Slika 6. prikazuje simptome nedostatka kalcija na lišću limuna.





Slika 6. Simptomi nedostatka kalcija na lišću limuna

Izvor: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/SS584>, preuzeto: 24.6.2023.

#### 2.7.5. Nedostatak magnezija

Prema Zekri i Obreza (2003.), nedostatak magnezija je veliki svjetski problem u proizvodnji agruma, na Floridi se nedostatak Mg obično naziva "bronzanjem". Također navode da stabla s nedovoljnom opskrbom magnezijem možda neće imati simptome u proljetnom naletu rasta, ali će se simptomi na lišću razviti kako lišće stari, a plod raste i sazrijeva u ljeto i jesen. Simptomi nedostatka magnezija javljaju se na zrelog lišću. Tijekom ljeta, kada dolazi do brzog povećanja veličine ploda, simptomi se pojavljuju na lišću blizu ploda u razvoju. Nadalje navode kako se simptomi nedostatka magnezija pojavljuju kao rezultat translokacije magnezija iz lišća u plod u razvoju, iako može doći i do translokacije sa starijih listova na mlade listove u razvoju na istoj mladici. Nepravilne žute mrlje javljaju se duž središnjih žila zrelog lišća koje se nalazi uz plodove. Postupno postaju veće i na kraju se spajaju u veliko područje žutog tkiva sa svake strane središnje žile. Ovo žuto područje se povećava sve dok samo vrh i baza lista ne postanu zeleni, pokazujući područje u obliku obrnutog slova V usmjereno na središnju žilu ( Zekri i Obreza, 2003.) Slika 7. prikazuje simptome nedostatka magnezija na stablu agruma.



Slika 7. Simptomi nedostatka magnezija na stablu agruma

Izvor: M. Zekri, Magnesium (Mg) for citrus trees, <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/SS582>, preuzeto 24.6.2023.

#### 2.7.6. Nedostatak sumpora

Nedostatak sumpora kod agruma najčešće se javlja kod prekomjernog unosa dušičnog gnojiva u tlo. Obzirom da sumpor u biljci sudjeluje u stvaranju proteina i klorofila, simptomi nedostatka sumpora slični su simptomima nedostatka dušika ali se nedostaci sumpora prvo javljaju na mladim dijelovima biljke. Biljke su zakržljale i blijedo zelene do žute boje. Takva kloroza kod agruma je gora na mladim dijelovima biljke jer se sumpor ne kreće od starog do mladog lišća kao dušik. Nedostatak sumpora kod agruma može se lako ispraviti primjenom gnojiva koja sadrže sumpor poput amonijevog sulfata, kalijevog sulfata ili magnezijevog sulfata (Zekri i Obreza, 2013). Slika 8. prikazuje simptome nedostatka sumpora na lišću limuna.



Slika 8. Simptomi nedostatka sumpora na lišću limuna

Izvor: M. Zekri, <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/SS584>, preuzeto 27.6.2023.

### 2.7.7. Nedostatak željeza

Željezo je biljkama dostupno u kiselim tlima dok se nedostatak javlja na karbonatnim i alkalnim tlima (Čoga i Slunjski, 2018). Nedostatak željeza se očituje pojavom kloroze ili žutice lišća, najprije na mlađem a zatim i na starijem lišću. Kloroza je vidljiva između nervature na listu, dok je nervatura zelenija od ostatka lista (Zekri i Obreza, 2003). Željezna kloroza u vapnenačkim tlima je najrašireniji fiziološki nedostatak u biljkama i svake godine uzrokuje znatne financijske gubitke (Fernandez-Lopez, Lopez-Roca i Almela, 1993). Nedostatak željeza obično je povezan s visokom alkalnošću tla, ali je također povezan s pretjeranim navodnjavanjem, dugotrajnim mokrim uvjetima tla ili lošom drenažom te niskom temperaturom tla (Zekri i Obreza 2003). Prema istraživanju Fernandez-Lopez i sur 1993., provedenom u nasadu limuna koje je pokazivalo simptome nedostataka željeza, utvrđeno je da je visoka koncentracija  $\text{CaCO}_3$  u tlu ( $\text{pH} > 7$ ) te udio gline 42%, glavni uzroci nedostatka željeza te pojave željezne kloroze. Nedostatak željeza smanjuje volumen krošnje te uzrokuje smanjenje prinosa. Na slici 9. prikazani su simptomi nedostatka željeza na stablu limuna.



Slika 9. Simptomi nedostatka željeza na stablu limuna

Izvor: M. Zekri, <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/SS617>, preuzeto 27.6.2023.

### 2.7.8. Nedostatak cinka

Simptomi nedostatka cinka javljaju se na tlima bogatim vapnom, fosforom i organskim gnojivima (Petranović, 1985). Pristupačnost cinka veća je u kiselim tlima, ali postoji opasnost od njegovog ispiranja (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Nedostatak cinka kod agruma izražava se klorozom listova do bijele boje dok nervatura lista ostaje zelene boje. Novo, mlado lišće postaje sve manje kako je nedostatak cinka sve veći, internodiji izdanaka sve kraći,

uzrokujući „rozetasti rast“ (Obreza i sur., 2020). Prema Obreza i sur, 2020., ozbiljan nedostatak cinka ograničava rast te uzrokuje smanjenje prinosa. Slika 10. prikazuje simptome nedostatka cinka na lišću limuna.



Slika 10. Simptomi nedostatka cinka na lišću limuna

Izvor: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/CH142>, preuzeto 28.6.2023.

#### 2.7.9. Nedostatak mangana

Mangan u voćkama dolazi u neznatnim količinama, a njegovo je primanje otežano alkaličnom reakcijom i visokim sadržajem vapna (Petranović, 1985). Glavni simptom nedostatka mangana je pojava međužilne kloroze i nekrotičnih pjega koje se mogu pojaviti na mladim i starim listovima (Lazarević i Poljak, 2018). Također, nedostatak mangana uzrokuje i malformacije listova te njihovo odumiranje između glavnih lisnih žila. Iako su simptomi nedostatka mangana slični simptomima nedostatka željeza, kloroza uvjetovana nedostatkom mangana se ne javlja na vrlo mladom lišću kao kod željezne kloroze već kada ono postigne potpuni razvoj. Slika 11. prikazuje simptome nedostatka mangana na lišću limuna.



Slika 11. Simptomi nedostataka mangana na lišću limuna

Izvor: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/CH142>, preuzeto 28.6.2023.

#### 2.7.10. Nedostatak bora

Čest simptom nedostatka bora u agrumima je razvoj "plutastog" tkiva duž lisnih žila i stabljika kao rezultat nepravilnog (deformiranog) rasta stanica do kojeg dolazi u nedostatku bora. Ove nepravilne stanice su poput mikroskopskih rana kroz koje bakterije mogu ući. Nedostatak bora smanjuje veličinu ploda i kvalitetu soka te uzrokuje prerano opadanje ploda te propadanje cijele biljke (Schumann i sur, 2010.) Slika 12. prikazuje simptome nedostatka bora na listu limuna.

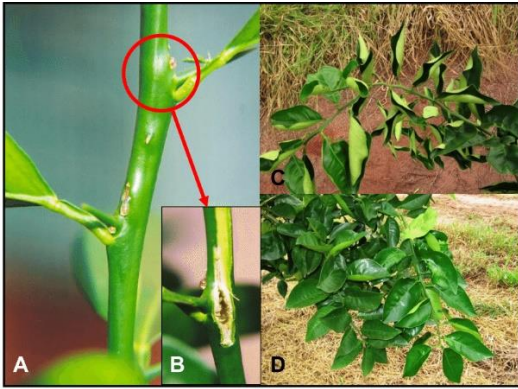


Slika 12. Simptomi nedostatka bora na listu limuna

Izvor: Effects of mineral nutrition on health and performance of citrus trees, Citrus industry, 2010., [https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/newsite/documents/research/Effects-of-mineral-nutrition-on-health-and-performance-of-citrus-trees-\(July\).pdf](https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/newsite/documents/research/Effects-of-mineral-nutrition-on-health-and-performance-of-citrus-trees-(July).pdf), preuzeto: 22.6.203.

#### 2.7.11. Nedostatak bakra

Bakar je biljno hranivo koje se široko koristi kao fungicid. Njegovo djelovanje temelji se na izravnoj primjeni na površinu biljke i gljive koje inficiraju. Nedostatak bakra dovodi do smanjene proizvodnje obrambenih spojeva, nakupljanja topivih ugljikohidrata i smanjenog razvoja biljke što pridonosi smanjenju otpornosti na bolesti. Kako se smanjuje udio bakra, grančice počinju propadati. Slabe grančice će nositi vrlo male listove žuto-zelene boje. Cijepanje plodova i opadanje plodova česti su na stablima agruma koji pokazuju simptome nedostatka bakra (Schumann i sur, 2010.) Slika 13. prikazuje simptome nedostatka bakra na stablu limuna.



Slika 13. Simptomi nedostatka bakra na stablu limuna

Izvor: Copper in Citrus Production: required but avoided - Scientific Figure on ResearchGate. [https://www.researchgate.net/figure/Symptoms-of-copper-deficiency-in-nurseries-trees-A-with-formation-of-gum-pockets-in-new\\_fig1\\_319653198](https://www.researchgate.net/figure/Symptoms-of-copper-deficiency-in-nurseries-trees-A-with-formation-of-gum-pockets-in-new_fig1_319653198), preuzeto 22.6. 2023.

### 3. Materijali i metode istraživanja

#### 3.1 Lokacija i opis nasada

Nasad je podignut u proljeću 2019. godine, kada je zasađeno 300 sadnica limuna sorte Meyer na podlozi *Poncirus trifoliata* na terenu površine 4500 m<sup>2</sup> u Jelsi na otoku Hvaru. Na dijelu terena na slici 14. označeno sa „bt“ („bolja terasa“) je godinama unatrag bio podignut vinograd te je on otklonjen 2013. godine zbog starosti i propadanja. Ostatak terena nikada nije bio obrađivan te je sa njega otklonjena sva vegetacija 2018. godine kada se krenulo u pripremu terena za podizanje nasada. Dio terena na slici 14. označen sa „lt“ (lošija terasa) graniči sa šumom i šumskom vegetacijom. Nakon uklanjanja postojeće vegetacije, obavljena je duboka obrada tla 0-90cm kako bi se tlo prorahlilo. Prije same sadnje potrebno je bilo izraditi plan sadnje. On sadrži raspored putova, smjer redova, raspored sadnica u nasadu i razmak sadnje. Prema planu sadnje geodetskim mjerenjima postavljaju se stabilni markeri na početku i na kraju svakog reda. Potom se po pravcu reda označava svako sadno mjesto kolcima (Čagalj 2020). Nasad je podignut jednogodišnjim sadnicama limuna sorte Meyer na podlozi *Poncirus trifoliata* (međuredni razmak 5m, unutarredni 3m). Neposredno nakon sadnje postavljen je sustav za natapanje „kap na kap“. Naime, i u prosječno kišnim godinama, u pojedinim razdobljima uglavnom se javlja određeni nedostatak lako pristupačne vode. To je posebno važno ako vode nedostaje u osjetljivim fazama rasta i razvoja pojedinih kultura jer može uvjetovati smanjenje prinosa i kakvoće proizvoda. Upravo je zbog toga neophodno imati sustave natapanja kojima se osigurava potrebna količina vode u određenom periodu (Josipović i sur., 2013).



Slika 14: Satelitski prikaz nasada limuna u Jelsi na otoku Hvaru. (Izvor: Arkod preglednik, preuzeto 18.5.2023.)

„lt“=lošija tabla (lošiji loz), „bt“=bolja tabla (bolji loz)

### 3.2. Analiza tla

Istraživanje se provodilo u Analitičkom laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu gdje su se koristile kemijske metode analize tla iz nasada limuna sorte Meyer na otoku Hvaru. Provedene su dvije analize tla od kojih se prva provodila 2020. godine na uzorcima tla dubine 0-30 cm te 30-60 cm. Metodom randomiziranog uzorkovanja, sa terena površine 4500 m<sup>2</sup> uzeti su uzorci tla te su nadalje metodom „četrvtanja“ formirana dva uzorka mase po 1 kg (0-30 cm i 30-60cm). Obzirom da je nasad podijeljen na 4 terase, nakon prvih godina uzgoja utvrđene su vizualne razlike između prve i četvrte terase, u radu imenovane kao „bolja“ i „lošija“ terasa. 2022. godine provodi se dodatna analiza tla sa mikrolokacija „bolja“ i „lošija“ terasa. Uzorci tla sa mikrolokacija „bolja“ i „lošija“ terasa također su uzimani sa dubina 0-30 cm te 30-60 cm metodom randomiziranog uzorkovanja po čemu su nadalje metodom „četrvtanja“ formirana 4 uzorka tla mase po 1kg. Osušeni, samljeveni te homogenizirani uzorci tla analizirani su u Analitičkom laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu po sljedećim metodama:

- Priprema uzorka tla prema HRN ISO 11464:2006
- Kakvoća tla -određivanje pH vrijednosti (HRN ISO 10390:2005)
- Humus (određivanje organskog C) , (bikromatna metoda po Tjurinu (Škorić,1982))
- Ukupni dušik (HRN ISO 11261:2004)
- Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (AL- metoda, (Egner i sur., 1960))
- Kalij (K<sub>2</sub>O) (AL- metoda, (Egner i sur., 1960))
- Ukupni karbonati (vlastita metoda, RU-M-T-006, 02. izdanje (2020.))
- Aktivno vapno (metoda po Galet-u (Škorić,1982))



### 3.3. Analiza biljnog materijala

Kao što je prethodno navedeno, nakon što su utvrđene vizualne razlike između „bolje“ i „lošije“ terase, 2022. godine provodi se dodatna analiza tla sa mikrolokacija „bolja“ i „lošija“ terasa te se zasebno analiziraju uzorci biljnog materijala- lista limuna sa „bolje“ i „lošije“ terase. Sa mikrolokacija su uzeta 2 uzorka biljnog materijala u kolovozu 2022. godine. Uzorci lišća moraju se uzimati u točno određeno doba godine jer se koncentracije hranjivih tvari unutar lišća neprestano mijenjaju kroz godinu (Zekri i Obreza, 2003). Kako lišće stari od proljeća do jeseni, koncentracije N, P i K opadaju, Ca raste, a Mg prvo raste, a zatim opada. Međutim, koncentracije minerala u lišću su relativno stabilne od 4 do 6 mjeseci nakon cvatnje u proljeće stoga je uzorke najoptimalnije bilo uzeti u kolovozu. Uzorci su uzimani tako da je sa svake mikrolokacije (sa 20-25 stabala) uzeto 100 listova limuna, izvaganih, prosušeni na zraku, dopremljeni su u papirnatim vrećicama u analitički laboratorij Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Osušeni na 105°C, samljeveni i homogenizirani uzorci biljnog materijala analizirani su u Laboratoriju zavoda za ishranu bilja Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta prema sljedećim metodama:

- Određivanje % dušika na bazi suhe tvari- metoda po Kjeldahlu , AOAC, 2015.
- Određivanje % fosfora na bazi suhe tvari- nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub>), metoda spektrofotometrije AOAC, 2015.
- Određivanje % kalija na bazi suhe tvari- nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub>, metoda plamene fotometrije, AOAC, 2015.
- Određivanje % kalcija na bazi suhe tvari- - nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub>- metoda plamene tehnike (atomska apsorpcijska spektrofotometrija), AOAC, 2015.
- Određivanje % magnezija na bazi suhe tvari- - nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub>- metoda plamene tehnike (atomska apsorpcijska spektrofotometrija), AOAC, 2015.
- Određivanje mikroelemenata (Fe, Zn, Mn, Cu na mg/kg suhe tvari-- nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> metoda plamene tehnike (atomska apsorpcijska spektrofotometrija), AOAC, 2015.
- Određivanje B na mg/kg suhe tvari- žarenjem na 450-500°C te otapanjem u H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, metodom spektrofotometrije s azometinom H, AOAC, 2015.

Slike 15. i 16. Osušeni listovi limuna, prije mljevenja za kemijske analize „lt“ (Meyer -) i „bt“ (Meyer+)



Slika 15. Osušeni listovi limuna „lt“ (Meyer-)



Slika 16. Osušeni listovi limuna „bt“ (Meyer+)

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Kemijske analize tla

Rezultati kemijskih analiza tla ukazuju na kemijska svojstva tla i biljno-hranidbeni kapacitet tla na kojem je podignut nasad limuna. Pritom razlikujemo arhivske vrijednosti kemijskih analiza tla (analitički brojevi:1201901 i 1201902, tablica br.3) koji su rađeni godinu dana nakon sadnje tj. podizanja nasada limuna i uzorke tla koji su uzeti dvije godine kasnije (analitički brojevi: 1224489 do 1224492, tablica br.4), zasebno uzeti sa bolje i lošije terase. U prvom slučaju kemijske analize pokrivaju prosječno stanje kemijskih značajki tla sve 4 table („lt“, „bt“ i dvije table pozicionirane između njih, *slika 13*) promatrano po dubinama 0-30 i 30-60 cm, dok u drugom slučaju se radi o specifičnom ciljanom uzorkovanju kojim se želi utvrditi da li je „dobro“ i „loše“ stanje nasada limuna eventualno uzrokovano kemijskim značajkama tla. Temeljem rezultata kemijskih analiza tla uzetog 2020. godine možemo reći da se radi o tlu neutralne reakcije, umjereno opskrbljenom humusom (oranični sloj) i slabo humoznom (podoranični sloj), te dobro opskrbljenom ukupnim dušikom (oranični sloj) i umjereno opskrbljenom (podoranični sloj). Tlo je slabo opskrbljeno fiziološki pristupačnim fosforom ( $P_2O_5$ ) u oba analizirana sloja tla, te bogato opskrbljeno fiziološki pristupačnim kalijem ( $K_2O$ ) u oba sloja tla. Analizirano tlo je slabo karbonatno ( $\%CaCO_3$ ) u oba analizirana sloja tla i isti ne predstavljaju problem, te stoga nisu zasebno rađene analize koje bi ukazivale na stupanj opskrbljenosti fiziološki aktivnim vapnom ( $\%CaO$ ). Kemijske analize tla uzetog 2022. godine ukazuju da se značajke tla na „boljoj“ i „lošijoj“ terasi međusobno značajno ne razlikuju, osim kad su u pitanju vrijednosti fiziološki pristupačnog fosfora ( $P_2O_5$ ) koje su značajno niže na dijelu površine označenoj kao „lošija terasa“. Također, vrijednosti analiza tla utvrđene 2020. i 2022. (posebice „lošija terasa“) nisu se značajnije razlikovale. Osim samih rezultata kemijskih analiza tla treba uvažiti i činjenicu da je nasad podignut neposredno nakon uređenja tla, te da je na „lošoj terasi“ samo godinu dana ranije uklonjena divlja vegetacija, te da se nije čekalo par godina prije podizanja nasada, kako je to potrebno tj. kako preporuča dobra praksa. Sve navedeno ukazuje da povećanu pozornost treba posvetiti analizama biljnog materijala- lista limuna.

Tablica 3. Rezultati kemijskih analiza tla 2020. godine

analit. broj	oznaka uzorka	pH		%		AL-mg/100g		%
		H <sub>2</sub> O	nKCl	humus	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub>
1201901	0-30cm	8,06	7,01	2,29	0,13	5,1	39,5	3,0
1201902	30-60cm	8,11	7,13	1,83	0,10	5,9	38,5	2,5

Tablica 4. Rezultati kemijskih analiza tla 2022. godine

analit. Broj	oznaka uzorka	pH		%		AL-mg/100g		%	
		H <sub>2</sub> O	nKCL	humus	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaCo <sub>3</sub>	E.C mS/cm
1224489	„bolja terasa" 0-30cm	7,93	7,09	2,3	0,14	17,4	47,0	5,1	0,132
1224490	30-60cm	7,98	7,17	1,97	0,11	12,2	46,0	4,3	0,123
1224491	„lošija terasa" 0-30cm	7,88	6,95	2,82	0,15	5,5	45,5	3,0	0,131
1224492	30-60cm	7,79	6,84	2,11	0,11	5,3	42,5	3,0	0,125

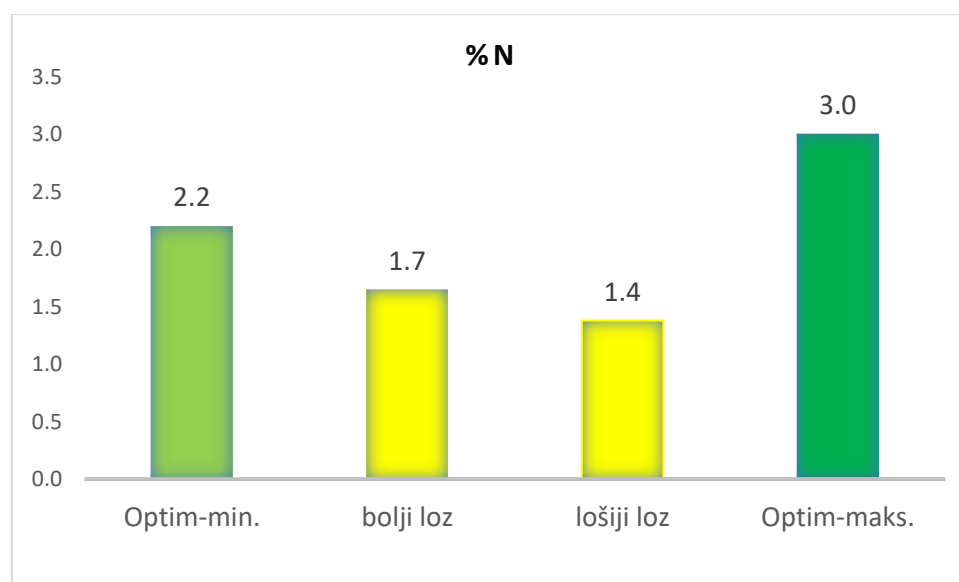
## 4.2. Kemijske analize biljnog materijala

Rezultati kemijskih analiza biljnog materijala –lista limuna su pokazatelj opskrbljenosti biljaka limuna biogenim elementima (makroelementima i mikroelementima). Ukoliko su uzeti u pravo vrijeme i na pravi način, te uredno analizirani, isti su kvalitetan pokazatelj stanja opskrbljenosti i upotrebljavaju se kao dijagnostički alat i podloga su za gnojidbu. U tablici broj 5 date su vrijednosti utvrđenih makroelemenata i mikroelemenata u listu limuna, zasebno za „bolju“ i „lošiju“ terasu.

Tablica 5. Rezultati kemijskih analiza biljnog materijala 2022. godine

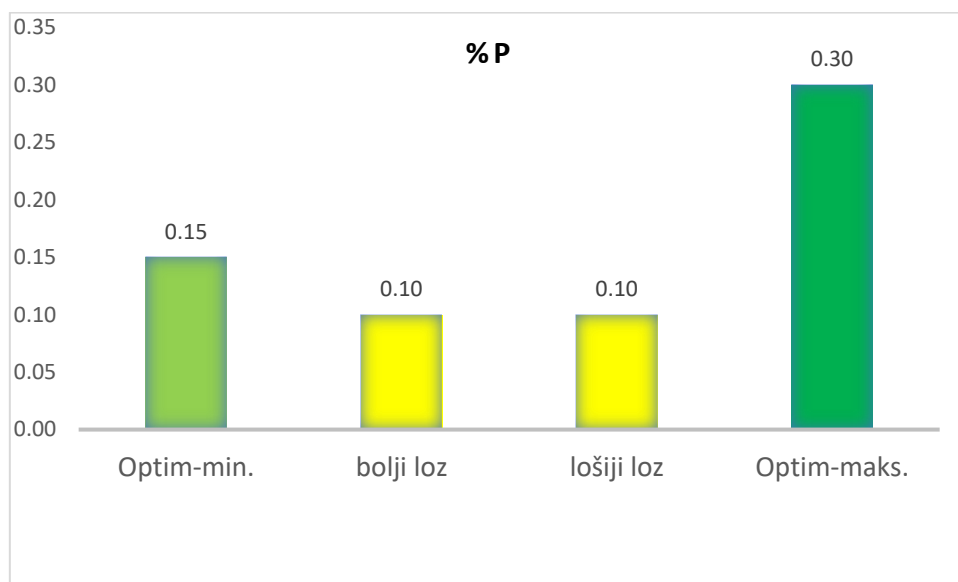
analit. broj	oznaka uzorka	%	% na bazi suhe tvari							mg/kg suhe tvari				
		ST	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	K <sub>2</sub> O	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
2222938	limun Meyer(+) <i>bolja terasa</i>	38,38	1,65	0,23	0,10	0,99	0,82	3,57	0,44	133,8	13,2	20,3	5,34	110,7
2222939	limun Meyer (-) <i>lošija terasa</i>	36,32	1,38	0,24	0,10	0,97	0,80	2,6	0,43	130,6	13,0	39,3	3,36	97,8

Usporedbom dobivenih vrijednosti utvrđeno je da se koncentracija dušika i kalcija u listu limuna na „lošijoj“ terasi značajno razlikovala, tj. bila je niža od istog na „boljoj“ terasi. Vrijednosti za ostale makroelemente nisu se značajno razlikovale. Također, ističemo izuzetno niske vrijednosti osnovnih makroelemenata: N, P i K u oba analizirana uzorka tj. „boljoj“ i „lošijoj“ terasi i iste su u oba slučaja bile niže od donjih optimalnih vrijednosti, usporedba prema Bergmanu (1992). Radi jasnijeg prikaza utvrđenih koncentracija osnovnih makroelemenata u listu limuna (kemijske analize lista), te njihovog pozicioniranja u rasponu između donjih i gornjih granica optimalnih vrijednosti (Bergmann, 1992), u narednom tekstu dajemo grafički prikaz istih za svaki od pojedinih makroelemenata.



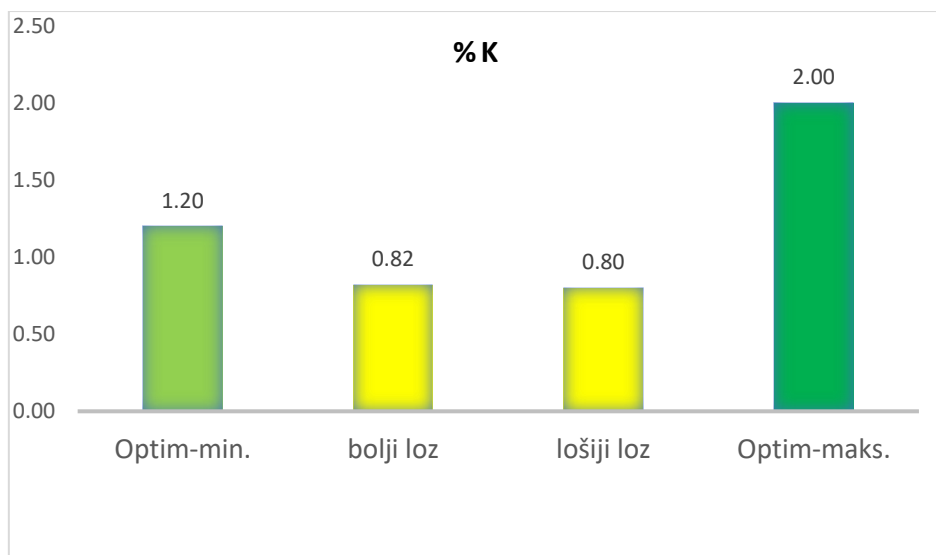
**Graf.1** Opskrbljenost lišća limuna dušikom (% na bazi suhe tvari), s prikazom donje i gornje granice optimalne opskrbljenosti (Bergmann, 1992)

Optimalne vrijednosti opskrbljenosti lista limuna N (% na bazi suhe) tvari iznose 2,2-3%. Na grafu 1. prikazane su kemijskom analizom utvrđene vrijednosti dušika u listu limuna sa naznačenom donjom i gornjom granicom optimalnih vrijednosti. Kemijskom analizom lista limuna za „bolji loz“ te „lošiji loz“ utvrđen je nedostatak opskrbljenosti tj. niska vrijednost N kod oba uzorka. Kod „boljeg loza“ opskrbljenost N iznosi 1,7%, a kod „lošijeg loza“ samo 1,4%. Iz navedenog je razvidno da je potrebno razinu dušika u listu limuna podići minimalno za 50%.



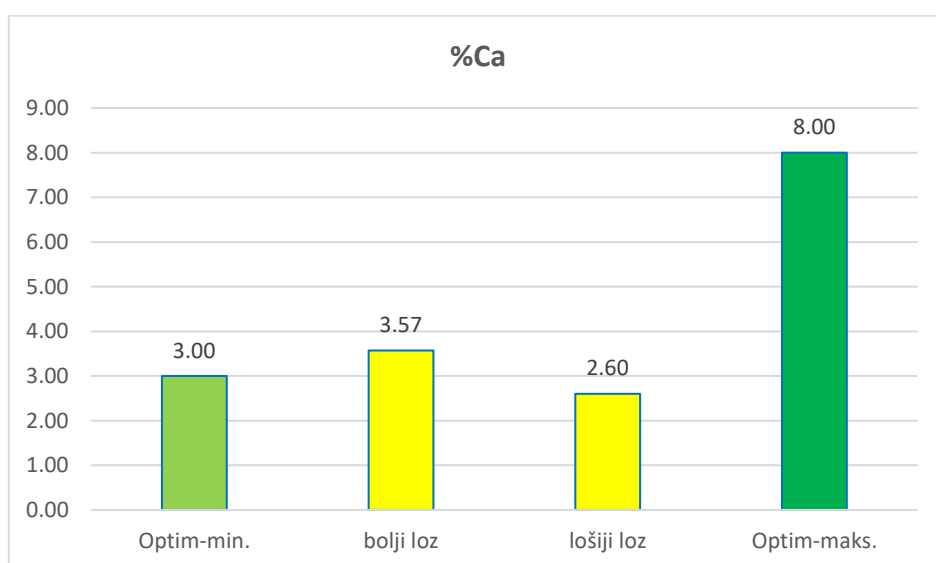
**Graf 2. Opskrbljenost lišća limuna fosforom (% na bazi suhe tvari), s prikazom donje i gornje granice optimalne opskrbljenosti (Bergmann, 1992)**

Optimalne vrijednosti opskrbljenosti lista limuna P (% na bazi suhe) tvari iznose 0,15-0,30%. Na grafu 2. prikazane su kemijskom analizom utvrđene vrijednosti fosfora u listu limuna sa naznačenom donjom i gornjom granicom optimalnih vrijednosti. Kemijskom analizom lista limuna za „bolji loz“ te „lošiji loz“ utvrđen je nedostatak opskrbljenosti P kod oba uzorka. Kod „boljeg loza“ opskrbljenost P iznosi 0,10%, a kod „lošijeg loza“ također 0,10%. Iz navedenog je razvidno da nema razlika u utvrđenim vrijednostima, te da bi razinu istih u listu trebalo podići bar 100% jer utvrđene vrijednosti čine tek 2/3 od donjih minimalnih vrijednosti za fosfor (Bergmann, 1992).



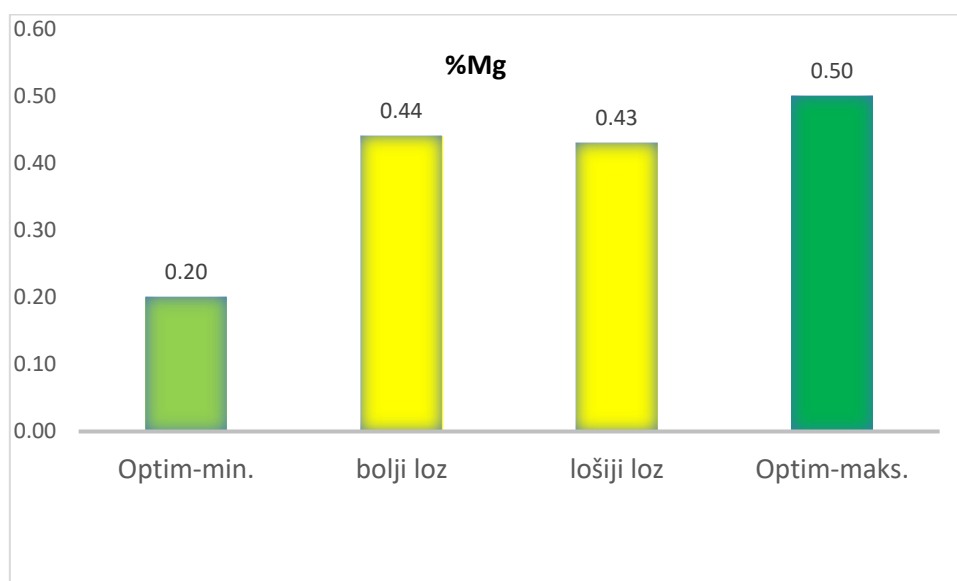
**Graf 3. Opskrbljenost lišća limuna kalijem( % na bazi suhe tvari), s prikazom donje i gornje granice optimalne opskrbljenosti (Bergmann, 1992)**

Optimalne vrijednosti opskrbljenosti lista limuna K (% na bazi suhe) tvari iznose 1,20-2,0% (Bergmann, 1992). Na grafu 3. prikazane su kemijskom analizom utvrđene vrijednosti kalija u listu limuna sa naznačenom donjom i gornjom granicom optimalnih vrijednosti. Kemijskom analizom lista limuna za „bolji loz“ te „lošiji loz“ utvrđen je nedostatak opskrbljenosti K kod oba uzorka. Kod „boljeg loza“ opskrbljenost K iznosi 0,82 %, a kod „lošijeg loza“ 0,80%. Razinu kalija u biljnom materijalu (listu) neophodno je podići; podizanjem za 25% tek bi se došlo na donju optimalnu granicu opskrbljenosti, a preporuka je da se podigne cca za 100% tako da dosegne 1,6% kalija u ST lista.



**Graf 4. Opskrbljenost lišća limuna kalcijem (% na bazi suhe tvari), s prikazom donje i gornje granice optimalne opskrbljenosti (Bergmann, 1992)**

Optimalne vrijednosti opskrbljenosti lista limuna Ca (% na bazi suhe) tvari iznose 3,0-8,0% (Bergmann, 1992). Na grafu 4. prikazane su kemijskom analizom utvrđene vrijednosti kalcija u listu limuna sa naznačenom donjom i gornjom granicom optimalnih vrijednosti. Kemijskom analizom lista limuna za „bolji loz“ te „lošiji loz“ utvrđen je nedostatak opskrbljenosti kalcijem kod „lošijeg loza“ koji je iznosio 2,60%. Kod „boljeg loza“ opskrbljenost Ca iznosi 3,57 %, i ista je unutar optimalnih granica preporučenih za kalcij. Za razliku od osnovnih makroelemenata (N,P,K), kod kalcija (Ca) nemamo tako kritičnu situaciju i nije potrebna intervencija s ciljem korekcije.



**Graf 5. Opskrbljenost lišća limuna magnezijem (% na bazi suhe tvari), s prikazom donje i gornje granice optimalne opskrbljenosti (Bergman, 1992)**

Optimalne vrijednosti opskrbljenosti lista limuna Mg (% na bazi suhe) tvari iznose 0,20-0,50 %. Na grafu 5. prikazane su kemijskom analizom utvrđene vrijednosti magnezija u listu limuna sa naznačenom donjom i gornjom granicom optimalnih vrijednosti. Kemijskom analizom lista limuna za „bolji loz“ te „lošiji loz“ utvrđeno je da se vrijednosti za oba uzorka nalaze u granicama optimalnih vrijednosti za Mg. Za utvrđene vrijednost magnezija možemo reći da su idealne tj. unutar optimalnih, a istodobno bliže gornjim optimalnim vrijednostima za magnezij (Bergmann, 1992).

U biljnom materijalu napravljene su i kemijske analize mikroelemenata (tablica 5). S obzirom na optimalne vrijednosti mikroelemenata po Bergmannu, 1992. (ppm:B=25-60; Cu=6-15; Mn=25-100 i Zn=20-60), možemo reći da su vrijednosti B veće od preporučenih, a Cu i posebice Zn niže od preporučenih, dok je Mn najbliže optimalnim vrijednostima. Bergmann (1992) nema referentnih vrijednosti za Fe, te iste ovdje nismo komentirali tj. nemamo referentnu vrijednost za usporedbu. U narednim godinama potrebno je voditi



računa o kemijskom sastavu sredstava za zaštitu bilja i mikrognojivima koja se koriste za folijarnu gnojidbu (ishranu), tako da se uzme u obzir i prtok istih iz oba izvora, te da se nastoji smanjiti gnojidba (prtok) B, te poveća prtok Ca i posebice Zn iz oba izvora jer isti imaju svoj doprinos i sudjelovanje u fiziologiji mineralne ishrane limuna. Posebice treba paziti da se vrijednosti B ne povećaju jer isti ima usku granicu između optimalnih i toksičnih koncentracija.

## 5. Zaključci

1. Temeljem rezultata kemijskih analiza tla uzetog i analiziranog 2020. godine možemo reći da se radi o tlu neutralne reakcije, umjereno opskrbljenom humusom i dobro opskrbljenom ukupnim dušikom. Tlo je slabo opskrbljeno fiziološki pristupačnim fosforom ( $P_2O_5$ ) i bogato opskrbljeno fiziološki pristupačnim kalijem ( $K_2O$ ). Analizirano tlo je slabo karbonatno ( $\%CaCO_3$ ) u oba analizirana sloja tla i isti ne predstavljaju problem.
2. Kemijske analize tla uzetog i analiziranog 2022. godine ukazuju da se značajke tla na „boljoj“ i „lošijoj“ terasi međusobno značajno ne razlikuju, osim kad su u pitanju vrijednosti fiziološki pristupačnog fosfora ( $P_2O_5$ ) koje su značajno niže na dijelu površine označenoj kao „lošija terasa“.
3. Osim samih rezultata kemijskih analiza tla treba uvažiti i činjenicu da je nasad podignut neposredno nakon uređenja tla, te da je na „lošoj terasi“ samo godinu dana ranije uklonjena *divlja vegetacija*, te da se nije čekalo par godina prije podizanja nasada, kako je to potrebno tj. kako preporuča *dobra poljoprivredna praksa*.
4. Usporedbom dobivenih vrijednosti analiza biljnog materijala utvrđeno je da se koncentracije dušika i kalcija u listu limuna na „lošijoj“ terasi značajno razlikovala, tj. bila je niža od istog na „boljoj“ terasi. Vrijednosti za ostale makroelemente nisu se značajno razlikovale. Vidljive razlike u nasadu između „bt“ i „lt“, kao i sama boja lista limuna rezultat je smanjene opskrbljenosti lista limuna N, što je posebice izraženo na lošijoj terasi „lt“.
5. Također, ističemo izuzetno niske vrijednosti osnovnih makroelemenata: N, P i K u oba analizirana uzorka tj. „boljoj“ i „lošijoj“ terasi i iste su u oba slučaja bile niže od donjih optimalnih vrijednosti, usporedba prema Bergmanu (1992). Stoga u narednim godinama treba posebnu pozornost posvetiti obročnoj (višeputnoj) prihrani N, posebice na „lt“, te fosforom na „lt“, te stvaranjem pogodnijih uvjeta za primanje biljnih hraniva, primjerice optimalnim natapanjem cijelog nasada tijekom vegetacije. Dodatne razloge za preporuku naprijed navedenog temeljimo na činjenici da imamo bogato opskrbljeno tlo kalijem na obje terase, te fosforom na „bt“, a da istodobno imamo niske vrijednosti kalija i fosfora u biljnom materijalu tj. u listu limuna.
6. S obzirom na optimalne vrijednosti mikroelemenata po Bergmannu, 1992. (ppm: B=25-60; Cu=6-15; Mn=25-100 i Zn=20-60), možemo reći da su utvrđene vrijednosti B veće od preporučenih, a Cu i posebice Zn niže od preporučenih. U narednim godinama potrebno je voditi računa o kemijskom sastavu sredstava za zaštitu bilja i mikrognojivima koja se koriste za folijarnu gnojidbu (ishranu), tako da se uzme u obzir i pritok istih iz oba izvora, te da se nastoji smanjiti gnojidba (pritok) B, te poveća pritok Ca i posebice Zn iz oba izvora. Posebice treba paziti da se vrijednosti B ne povećaju jer isti ima usku granicu između optimalnih i toksičnih koncentracija.

## 6.Literatura

1. Ahmed, H.S. and Al-Shurafa, M.Y., 1984. Effect of rootstocks on the leaf mineral content of citrus. *Scientia Hort.*, 23 : 163--168.
2. AOAC (2015). Official Method of Analysis of AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA,
3. APPRRR (2022), APPRRR (Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju). <https://www.apprrr.hr/> , pristupljeno, 14.7. 2023.
4. Bergmann, W. (1992). *Nutritional Disorders of Plants*. Gustav Fischer Verlag
5. Biško A., Poljak M., Benčić Đ., Brus K., Ivić D., Čoga L. (2021) „Citrus fruit cultivation in the Republic of Croatia“. *Albanian j. agric. sci.* 2021;20 (3): 11-19
6. Colombo A. (2015). *Agrumi- uzgoj*. Rijeka. ISBN 978-953-218-460-0
7. Curk F., Ollitrault F., Garcia-Lor A., Luro F., Navarro L., Ollitrault P. (2016) Phylogenetic origin of limes and lemons revealed by cytoplasmic and nuclear markers. *Ann Bot.* 2016;117(4):565-583. doi:10.1093/aob/mcw005
8. Čagalj M. (2020). Kako posaditi limun u Dalmaciji? *Gospodarski List*, br. 4 <https://gospodarski.hr/casopis/izdanja-2020-casopis/broj-4-od-01-03-2020/podizanje-ekoloskog-nasada-limuna-na-dalmatinskom-krsu/>
9. Čoga, L. i Slunjski, S. (2018) *Dijagnostika tla u ishrani bilja : priručnik za uzorkovanje i analitiku tla*. [online]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet. Preuzeto s: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:925835>
10. Državni zavod za statistiku, *Robna razmjena s inozemstvom 2018-2022*, [https://web.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px\\_language=hr&px\\_type=PX&px\\_db=Robna+razmjena+s+inozemstvom](https://web.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px_language=hr&px_type=PX&px_db=Robna+razmjena+s+inozemstvom) , pristupljeno: siječanj, 2023.
11. Dubey A.K., Sharma R.M. (2016) „Effect of rootstocks on tree growth, yield, quality and leaf mineral composition of lemon (*Citrus limon* (L.) Burm“. *Scientia Horticulturae* 200 (2016) 131–136
12. Egner H., Riehm H., Domingo W. R. (1960.): *Investigations on the chemical soil analysis as a basis for assessing the soil nutrient status II: Chemical extraction methods for phosphorus and potassium determination*. *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler* 26:199–215.
13. Fernandez-Lopez J.A., Lopez-Roca J.M. and Almela L. (1993) Mineral composition of iron chlorotic citrus limon L. leaves, *JPN*, 16(8) 1395-1407.
14. Fresh, F. C. F. (2017). *Processed statistical bulletin 2016* (p. 66). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
15. Gatin Ž., Tabain F., Adamić F., Plamenac M., Bakarić P., Galeb M., (1983). *Sortiment citrusa i pitanja introdukcije*. *Jugoslovensko voćarstvo*, br. 63/64, Čačak
16. Gugić, J., Cukrov L. (2011) *Pregled stanja i perspektiva razvoja hrvatskoga agrumarstva*, *POLMOLOGIA CROATICA*, vol. 17-2011. br. 3-4

17. Hardy S. (2004) Growing lemons in Australia - a production manual. NSW department of primary industry
18. Hayat F. et al. (2022) A Mini Review of Citrus Rootstocks and their Role in High-Density Orchards. *Plants* 2022,11, 2876. <https://doi.org/103390/plants11212876>.
19. Josipović, M., Kovačević, V., Tadić, L., Rastilja, D., Šošćarić, J., Plavšić, H. (2013.). Priručnik o navodnjavanju. Poljoprivredni institut Osijek
20. Klimek-Szczykutowicz M, Szopa A, Ekiert H. (2020) *Citrus limon* (Lemon) Phenomenon-A Review of the Chemistry, Pharmacological Properties, Applications in the Modern Pharmaceutical, Food, and Cosmetics Industries, and Biotechnological Studies. *Plants (Basel)*. 2020;9(1):119. Published 2020 Jan 17. doi:10.3390/plants9010119
21. Lazarević, B. i Poljak M. (2019), Fiziologija bilja. Agronomski fakultet u Zagrebu, Zavod za ishranu bilja
22. Miljković.I.,(1991). Suvremeno voćarstvo, Vol. 53, No 4-5. Zagreb
23. Ministarstvo poljoprivrede (2022) Godišnje izvješće o stanju poljoprivrede u 2021.
24. Morton, J. (1987). Lemon. p. 160–168. In: Fruits of warm climates
25. Obreza, T. A. 2003. Prioritizing citrus nutrient management decisions. University of Florida Cooperative Extension Service Bulletin. 199: 6.
26. Obreza, T. A., Zekri, M. and Futch, S. H. (2020) "Nutrition of Florida Citrus Trees, 3rd Edition: Chapter 3. General Soil Fertility and Citrus Tree Nutrition: SL457/SS670, 2/2020", EDIS, 2020(2). doi: 10.32473/edis-ss670-2020.
27. Petranović, K (1985.) Voćarstvo. Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
28. Rošin, J., Hančević, K., Radunić, M. (2010): Predosnovni matični nasad agruma, *Pomologia Croatiaca: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, Zagreb*, 15 (3-4), str. 130
29. Rotim N., Čuljak I., (2015) Specifičnosti uzgoja i sortiment limuna u proizvodnim uvjetima južne Hercegovine: *Glasnik zaštite bilja* 6/2015., str. 68-74
30. Schumann, A., Spann, T., Mann, T., Obreza, T., Zekri, M. (2010) „ Effects of mineral nutrition on health and performance of citrus trees“, *Citrus Industries*, July,2010.
31. Srivastava A.K. & Singh S. (2009) Citrus Decline: Soil Fertility and Plant Nutrition, *Journal of Plant Nutrition*, 32:2, 197-245, DOI: 10.1080/01904160802592706
32. Srivastava A.K. (2013) Site specific nutrient management in citrus. *Scientific Journal of Agricultural*, 2(2):53-67.
33. Srivastava, A. K. (2009) Integrated nutrient management: Concept and application in citrus. *Citrus II. Tree For Sci Biotechnol*, 3, 32-58
34. Škorić A. (1982.): Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljoprivrednih znanosti. Zagreb
35. Triantafyllidis V., Zotos A., Kosma C., Kokkotos E. (2020) Environmental Implications from Long-term Citrus Cultivation and Wide Use of Cu Fungicides

36. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
37. Vukadinović, V. i Lončarić, Z. (1998). Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku
38. Web: <http://citruspages.free.fr/lemons.php#meyerii>, pristupljeno 6.9.2023
39. Zekri, M. and Obreza, T. (2003) "Macronutrient Deficiencies in Citrus: Calcium, Magnesium, and Sulfur: SL 202/SS421, 1/2003", EDIS, 2003(3). doi: 10.32473/edis-ss421-2003.
40. Zekri, M. and Obreza, T. A. (2003) "Macronutrient Deficiencies in Citrus: Nitrogen, Phosphorus, and Potassium: SL 201/SS420, 1/2003", EDIS, 2003(2). doi: 10.32473/edis-ss420-2003
41. Zekri, M. and Obreza, T. A. (2003) "Micronutrient Deficiencies in Citrus: Iron, Zinc, and Manganese: SL 204/SS423, 1/2003", EDIS, 2003(2). doi: 10.32473/edis-ss423-2003.
42. Zekri, M. and Obreza, T. A. (2003) "Plant Nutrients for Citrus Trees: SL 200/SS419, 1/2003", EDIS, 2003(2). doi: 10.32473/edis-ss419-2003.
43. Zekri, Mongi, and Tom Obreza. 2013. "Calcium (Ca) and Sulfur (S) for Citrus Trees: SL382/SS584, 7/2013". EDIS 2013 (7). <https://doi.org/10.32473/edis-ss584-2013>

## 7. Prilog

Naziv zemlje	2018.		2019.		2020.		2021.		2022.	
	Količina uvoza u t	Vrijednost uvoza u €	Količina uvoza u t	Vrijednost uvoza u €	Količina uvoza u t	Vrijednost uvoza u €	Količina uvoza u t	Vrijednost uvoza u €	Količina uvoza u t	Vrijednost uvoza u €
Albanija	34 t	14.859,00 €			38,4 t	21.172,00 €	108 t	79.894 €	7,5 t	6.451 €
Argentina	293,4 t	373.830,00 €	411,1 t	448.061,00 €	670,6 t	683.941,00 €	240 t	236.056 €	72 t	79.305,00 €
Bugarska	53 t	35.455,00 €							146,9 t	87.357,00 €
Češka	15,4 t	9.131,00 €	0,1 t	96,00 €	39,4 t	30.018,00 €	75,9 t	58.763 €		
Njemačka	1025,3 t	1.515.263,00 €	1545,9 t	1.951.690,00 €	1583,7 t	2.401.988,00 €	1359,9 t	1.760.803 €	811,6 t	1.234.445,00 €
Španjolska	3582,8 t	4.274.235,00 €	5282,8 t	4.748.447,00 €	4352,8 t	4.663.091,00 €	6136,9 t	4.533.759 €	2397,5 t	2.491.348,00 €
Ujedinjena Kraljevina	0,051 t	1.008,00 €	0,3 t	1.800,00 €	0,02 t	315,00 €	0,01 t	123 €		
Grčka	388,1 t	288.456,00 €	154,4 t	107.596,00 €	448,6 t	428.053,00 €	315,1 t	186.871 €		
Irska	0,648 t	918,00 €			2,4 t	2.833,00 €				
Italija	1399,3 t	1.640.711,00 €	1464,6 t	1.295.725,00 €	1653,7 t	1.821.149,00 €	1211,6 t	1.167.259 €	712,3 t	757.947,00 €
Šri Lanka	0,002 t	70,00 €								
Sjeverna Makedonija	21,1 t	13.349,00 €								
Nizozemska	923,9 t	1.242.922,00 €	584,8 t	667.927,00 €	639,7 t	870.856,00 €	1047,4 t	1.264.857 €	1507,8 t	1.635.597,00 €
Slovenija	3132,7 t	3.021.262,00 €	1231,1 t	1.198.891,00 €	1571,0 t	1.456.563,00 €	1567,7 t	1.426.217 €	540,2 t	494.198,00 €
Turska	3284,8 t	2.224.450,00 €	2928,0 t	2.130.723,00 €	3706,6 t	2.434.847,00 €	4811,8 t	2.815.253 €	4948,7 t	3.339.974,00 €
Mađarska			374,0 t	435.097,00 €	589,3 t	739.224,00 €	426,7 t	535.234 €		
Slovačka			0,8 t	778,00 €						
Bosna i Hercegovina					3,4 t	1.920,00 €				
Kina					72,0 t	73.908,00 €				
Cipar					20,5 t	12.602,00 €	6,7 t	3.869 €	34,8 t	21.076,00 €
Poljska					10,8 t	12.385,00 €	1,6 t	1.086 €	20,2 t	21.583,00 €
JAR					250,9 t	232.018,00 €	611,4 t	520.179 €		
Egipat							0,2 t	10,00 €		
Francuska							3,6 t	1.781 €	49,9 t	48.040,00 €
Srbija							0,05 t	325 €	3,2 t	2.249,00 €
<b>Ukupno</b>	<b>14155 t</b>	<b>14.655.919,00 €</b>	<b>13978 t</b>	<b>12.986.831,00 €</b>	<b>15653,8 t</b>	<b>15.886.863,00 €</b>	<b>17925 t</b>	<b>14.592.339 €</b>	<b>11252,6 t</b>	<b>10.219.570 €</b>

Prilog 1. Količina uvoza limuna u tonama (t) te novčana vrijednost uvoza limuna u eurima (€) za razdoblje od 1. mjeseca 2018. godine -7.mjeseca 2022. godine

Izvor: Državni zavod za statistiku

Naziv zemlje	2018.		2019.		2020.		2021.		2022.	
	Količina izvoza limuna u t	Vrijednost izvoza limuna u €	Količina izvoza limuna u t	Vrijednost izvoza limuna u €	Količina izvoza limuna u t	Vrijednost izvoza limuna u €	Količina izvoza limuna u t	Vrijednost izvoza limuna u €	Količina izvoza limuna u t	Vrijednost izvoza limuna u €
	Bugarska	42.1 t	19,372.00 €	21.4 t	17,540.00 €	31.5 t	38,358.00 €	0.0001 t	1.00 €	
Španjolska	39.9 t	33,132.00 €	77.5 t	69,056.00 €	41.9 t	26,344.00 €	0.092 t	158.00 €		
Mađarska	0.8 t	1,006.00 €	0.231 t	288.00 €	8.2 t	20,317.00 €	200.5 t	172,777.00 €		
Italija	610.5 t	424,991.00 €	252.5 t	176,223.00 €	164.6 t	129,970.00 €				
Luksemburg	0.1 t	116.00 €								
Svedska	0.002 t	2.00 €								
Slovenija	87.8 t	78,018.00 €	66.7 t	65,437.00 €	565.2 t	514,831.00 €	2262.1 t	1,734,426.00 €	2247.3 t	1,885,090.00 €
Slovačka	10.5 t	15,477.00 €	0.0086 t	14.00 €			5.3 t	2,445.00 €	33.3 t	27,936.00 €
Srbija	0.8 t	2,595.00 €	64.2 t	69,561.00 €	307.8 t	331,563.00 €	257.4 t	1,48,455.00 €	108.9 t	128,517.00 €
Austrija	0.1 t	110.00 €	0.1 t	68.00 €	0.034 t	50.00 €	0.6 t	581.00 €	0.2 t	204.00 €
Bosna i Hercegovina			12.8 t	9,071.00 €	404.2 t	349,050.00 €	178.6 t	86,637.00 €	203.9 t	214,901.00 €
Belgija							0.15 t	4,641.00 €	0.3 t	17,000.00 €
Cipar									0.01 t	414.00 €
Češka			128.1 t	94,467.00 €	281.4 t	214,406.00 €	1415.4 t	187,412.00 €	0.004 t	194.00 €
Njemačka			0.865 t	771.00 €					0.1 t	7,718.00 €
Danska									0.04 t	43.00 €
Francuska							0.3 t	496.00 €	0.01 t	294.00 €
Grčka							0.2 t	122.00 €	0.01 t	1,499.00 €
Norveška									0.02 t	13,433.00 €
Poljska							0.7 t	48,230.00 €	0.2 t	168.00 €
Rumunjska									0.004 t	2,662,374.00 €
<b>Ukupno</b>	<b>792.6 t</b>	<b>574,819.00 €</b>	<b>386.3 t</b>	<b>320,374.00 €</b>	<b>1,669.9 t</b>	<b>1,507,586.00 €</b>	<b>3068.5 t</b>	<b>2,335,357.00 €</b>	<b>4210.3 t</b>	<b>2,662,374.00 €</b>

Prilog 2. Količina izvoza limuna u tonama (t) te novčana vrijednost izvoza limuna u eurima (€) za razdoblje od 1. mjeseca 2018. godine -7.mjeseca 2022. godine

Izvor: Državni zavod za statistiku

## Životopis

Nikolina Drinković rođena je 10.8.1998. godine u Splitu. Odrasta i živi u Jelsi na otoku Hvaru do početka svog fakultetskog obrazovanja. Osnovnu školu završila je 2013. godine u Jelsi na otoku Hvaru, gdje je nastavila svoje srednjoškolsko obrazovanje u Općoj gimnaziji Hvar, izdvojena lokacija u Jelsi. 2017. godine upisuje preddiplomski studij na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer Ekološka poljoprivreda. Preddiplomski studij završava u rujnu 2020. godine te stječe naziv Sveučilišna prvostupnica inženjerka ekološke poljoprivrede. Iste godine nastavlja obrazovanje na Agronomskom fakultetu te upisuje diplomski studij Ekološka poljoprivreda i agroturizam. Tijekom svog obrazovanja radi razne studentske poslove kao što su rad u prodaji, volonterstvo, a od travnja 2022. godine do danas radi kao osobni asistent osobe s invaliditetom.