

# Utjecaj modela kontejnera i različitih supstrata na morfološke značajke šumskih sadnica hrasta crnike (*Quercus ilex*), dobi 1+0

---

Juratović, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:632422>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ  
OPĆE ŠUMARSTVO**

**ZAVRŠNI RAD**

**UTJECAJ MODELA KONTEJNERA I RAZLIČITIH SUPSTRATA  
NA MORFOLOŠKE ZNAČAJKE ŠUMSKIH SADNICA HRASTA  
CRNIKE (*QUERCUS ILEX*), DOBI 1+0**

**MARKO JURATOVIĆ**

**Zagreb, rujan 2023.**

## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

<b>Zavod:</b>	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
<b>Predmet:</b>	Osnivanje šuma
<b>Mentor:</b>	dr. sc. Damir Drvodelić, izv. prof.
<b>Student:</b>	Marko Juratović
<b>JMBAG:</b>	0068237721
<b>Akadska godina:</b>	2022./2023.
<b>Mjesto, datum obrane:</b>	Zagreb, 1. rujna 2023.
<b>Sadržaj rada:</b>	Slika: 11 Tablica: 6 Grafikona: 14 Navoda literature: 25
<b>Sažetak:</b>	Proizvodnja kontejnerskih sadnica hrasta crnike bitna je stavka pri procesu pošumljavanja i pomlađivanja mediteranskih šuma. Izuzetno je važno poznavati što bolje i uspješnije metode proizvodnje sadnica obloženog korijena. U današnje vrijeme, kada imamo velik broj kontejnera i različitih supstrata na raspolaganju, ključno nam je poznavanje onog tipa kontejnera i vrste supstrata koji daju najbolje rezultate. Na taj način povećavamo mogućnost obnove u ionako narušenom ekosustavu šuma hrasta crnike.

	<b>IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI</b>	<b>OB FŠDT 05 07</b>
		Revizija: 2
		29. 4. 2021.

Izjavljujem da je *moj završni rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi rada nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

---

*vlastoručni potpis*

**Marko Juratović**

U Zagrebu 18. kolovoza 2023.

## Zahvala

Želio bih zahvaliti svojem mentoru, dr. sc. Damiru Drvodeliću na iznimnom razumijevanju i uloženom vremenu pri izradi ovoga rada.

Posebno bih zahvalio svojim roditeljima koji su mi uvijek bili oslonac u životu, pružali mi najbolje što su mogli, vjerovali u mene i bili uz mene svih godina studiranja. Velika hvala svim prijateljima i kolegama koji su bili dio mojih studentskih dana.

# Sadržaj

1. Uvod.....	6
1.2. Morfologija i rasprostranjenost hrasta crnike .....	7
1.3. Svojstva i ekološki zahtjevi sadnica hrasta crnike u uvjetima prirodne obnove.....	8
2. Cilj istraživanja .....	10
3. Materijali i metode rada .....	11
4. Rezultati i rasprava.....	17
4.1. Rezultati praćenja klijanja .....	17
4.2. Rezultati mjerenja (visina, promjer vrata korijena, broja listova) .....	18
4.3. Analiza i skeniranje korijena .....	25
4.4. Usporedba svježih i suhih uzoraka.....	29
5. Zaključak.....	30
6. Literatura.....	32

## 1. Uvod

Zbog višestoljetnog negativnog utjecaja čovjeka, direktnog ili indirektnog, mnoge površine u hrvatskom priobalju koje su nekad bile pod šumom danas su samo krške goleti ili su pretežno različiti degradacijski stadiji nekadašnjih šuma. Uslijed često nepravilnog gospodarenja, u preostalim očuvanim šumama u našem primorju, strukturni i ekološki odnosi toliko su poremećeni da je prirodna obnova izuzetno otežana, a ponekad i nemoguća bez intervencije u vidu sjetve sjemena ili sadnje sadnica. Upravo zato rasadnička proizvodnja šumskih sadnica ima vrlo važnu ulogu u procesu pošumljavanja i umjetne obnove mediteranskih šuma.

Šume i šumske zajednice hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) primjer su takvih sustava koji su uslijed tisućljetnog antropogenog utjecaja izgubili svoj prirodni oblik u toj mjeri da prirodna obnova generativnim putem gotovo izostaje. Izražena izbojna sposobnost hrasta crnike uvjetovala je kroz povijest način gospodarenja ovim šumama, a rezultat su šume u kojima prirodna obnova sjemenom nije moguća ili je vrlo otežana. Pored toga, zbog velike potražnje za drvetom crnike koje se, kako u prošlosti tako i danas, koristilo kao ogrjev, površine šuma crnike postepeno su se smanjivale u korist degradacijskih stadija ili kamenjara.

Bilo da se radi o umjetnoj obnovi ili pošumljavanju, potrebe za kvalitetnim sadnim materijalom hrasta crnike velike su. Pritom je izuzetno važno postaviti ciljeve proizvodnje odnosno proizvesti takav sadni materijal koji će svojim karakteristikama osigurati dobru prilagodljivost uvjetima na terenu i visok postotak preživljavanja. Dakle, sam sustav proizvodnje sadnica treba što više prilagoditi saznanjima o biološkim i ekološkim svojstvima dotične vrste, kao i ekološkim prilikama koje vladaju na terenu za koji se sadnica proizvodi. Samo takav kvalitetan sadni materijal, proizveden uvažavajući ekološke karakteristike vrste i zahtjeve na terenu, može opravdati troškove rasadničke proizvodnje.

Hrast crnika sporo je rastuća, vazdazelena, sklerofitna vrsta i predstavlja važan strukturni element mediteranskih šuma zapadne Europe i sjeverne Afrike te je stoga značajna vrsta za pošumljavanje napuštenih poljoprivrednih površina i degradiranih šumskih terena (Benayas et. al., 2004). U Hrvatskoj hrast crnika dolazi u sastavu sljedećih šumskih zajednica (Vukelić et al., 1998):

- šuma hrasta crnike i crnog jasena (*Fraxino ornī – Quercetum līcis* H-ić 1956/1958)
- šuma hrasta crnike s mirtom (*Myrto – Quercetum līcis* /H-ić 1956/Trinajstić 1985)
- šuma alepskog bora i hrasta crnike (*Quercō ilīcis – Pinetum halepēnsis* Loisel 1971)
- šuma hrasta crnike i crnoga graba (*Ostryo-quercetum ilīcis* Trinajstić /1965/1974).

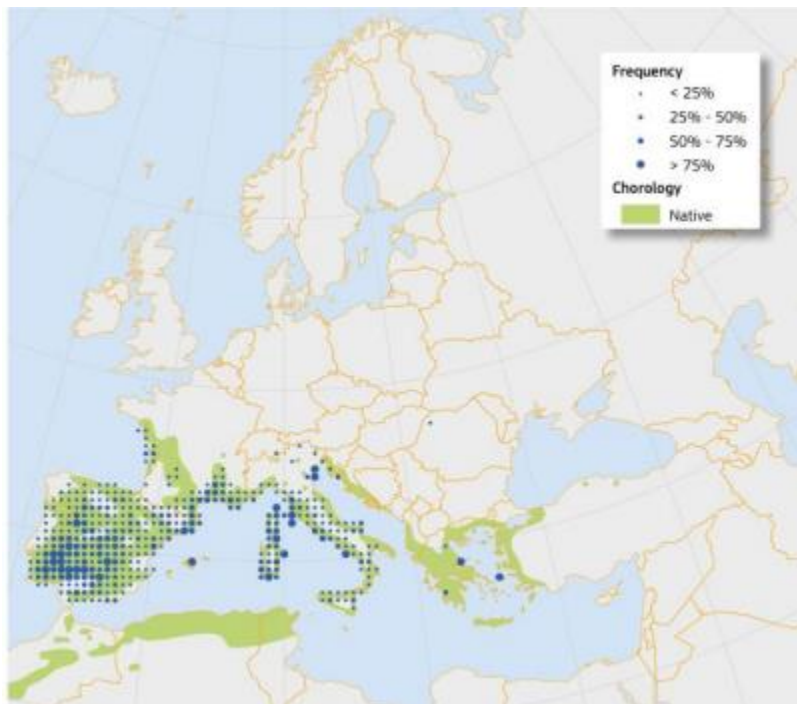
Na području pridolaska gore navedenih zajednica, pošumljavanje (ili popunjavanje) sadnicama hrasta crnike nužno je želimo li sačuvati, proširiti i unaprijediti sastojine ove ekološki vrijedne vrste.

## 1.2. Morfologija i rasprostranjenost hrasta crnike

*Quercus ilex L.*, u narodu poznat kao hrast crnika, česmina ili česvina, raste kao stablo koje doseže visinu 8 – 20 (-30) m te prsni promjer od 1,6 (-2) m. Krošnja je vrlo široka, kupolasta oblika, često s donjim granama horizontalno usmjerenim u odnosu na tlo. Deblo je u odnosu na krošnju vrlo kratko te se njegova visina kod soliternih stabala kreće u rasponu 1 – 3 m, a kod stabala u sklopu, visina debla doseže do 6 m. U mladosti, kora je glatka i svjetlosive boje, a starenjem poprima smeđosive nijanse te pliće uzdužne i poprečne brazde. Korijenski sustav odlikuje izražena žila srčanica s postrano razgranatim korijenjem. Vrsta je pripadnica porodice *Fagaceae*, anemofilnih, jednodomnih i jednospolnih cvjetova, a svaki cvijet ovijen je kupulom. Muški su skupljeni u viseće i pustenaste rese, a ženski su pojedinačni ili raspoređeni u uspravnim pustenastim klasovima u skupinama 2 – 7. Cvjetanje se odvija usporedno s listanjem, od travnja do svibnja. Plodovi su jednosjemeni orasi smješteni pojedinačno ili u skupini do 5 na stapci te dozrijevaju u listopadu i studenom iste godine. Plodovi su poznati i kao žirovi, a otpadaju sa stabla od studenog do siječnja sljedeće godine. Žirovi su jajastog do usko jajastog oblika, smeđe boje i dlakavog vrha. Na osnovi žira nalazi se izbočeni hilum, a kupula unutar koje se nalazi žir polukuglastog je oblika, djelomično narovašenog ili cijelog ruba, a s vanjske strane pokrivena je sivim dlakavim ljuskama (Idžojtić, 2013; De Rigo i Caudullo, 2016). U prosjeku svakih 4 – 6 godina zabilježena je godina punog uroda, a juvenilni stadij obično završava ranije nego kod ostalih vrsta roda *Quercus* (De Rigo i Caudullo, 2016). Lišće je vazdazeleno, perasto mrežaste neravature, naizmjenično raspoređeno na izbojku te dožive (1-) 2 – 4 godine što ovisi o poziciji na stablu i okolišnim faktorima. Prisutan je dimorfizam lišća te se morfološki razlikuje juvenilno i adultno lišće. Juvenilno je lišće bodljikavo nazubljenog ruba, prvobitno s obje strane pustenasto. Starenjem lista izostaje dlakavost donje strane lista. Adultni list cijeloga je ruba, a izbojak i pupovi su pustenasti, bjelkastožute boje (Idžojtić, 2009; De Rigo i Caudullo, 2016). Izražena je sposobnost vegetativne regeneracije izdancima iz korijena i izbojcima iz panja, što se uvelike koristi prilikom gospodarenja šumama, najčešće u slučaju gospodarenja privatnim šumama, čime se favoriziraju određeni fenotipovi što uzrokuje negativnu selekciju te se smanjuje sveukupna genetska raznolikost vrste i protok gena između i unutar populacija (Schirone i sur., 2019). Vrsta se horizontalno rasprostire središtem zapadnog Sredozemlja, od Portugala i Maroka na zapadu do Egejskog otočja i zapadne Turske na istoku. U smjeru sjevera crnika se rasprostire do sjeverne Italije i Francuske, a zabilježena je i na nekoliko lokaliteta na obali Crnog mora. Širina ekološke



amplitude očituje se u vertikalnoj rasprostranjenosti koja seže od obale mora sve do 1300 m nadmorske visine na Etni, 1400 m nadmorske visine na Pirinejima, 1800 m nadmorske visine na sjeveru Španjolske, a svoj maksimum od 2900 m nadmorske visine dostiže na zapadnom dijelu gorja Atlas u Maroku (De Rigo i Caudullo, 2016).



**Slika 1.** Karta distribucije hrasta crnike prema % zastupljenosti i autohtonosti (De Rigo i Caudullo, 2016).

### 1.3. Svojstva i ekološki zahtjevi sadnica hrasta crnike u uvjetima prirodne obnove

Kao što je već naglašeno u uvodu, poznavanje ekoloških svojstava hrasta crnike izuzetno je bitno za utvrđivanje metodologije rasadničke proizvodnje sadnica ove vrste. U rasadničkoj proizvodnji u mogućnosti smo mijenjati ekološke faktore koji utječu na rast i razvoj sadnica: svjetlost, količinu hranjiva i vode itd. Poznavanje ekoloških zahtjeva crnikinih sadnica omogućava nam da pravilnim doziranjem ovih ekoloških faktora utječemo na razvoj onih morfoloških i fizioloških svojstava sadnica koje će nakon sadnje na terenu sadnicama omogućiti preživljavanje i razvoj.

U mediteranskim ekosustavima suša, jaka insolacija i visoke temperature tijekom ljetnog perioda mogu značajno utjecati na ekofiziologiju mladih biljaka i na taj način

limitirati njihov razvoj. U takvim ekosustavima biljke pojedinih vrsta na različite načine prilagođavaju svoje ekofiziološke i strukturalne karakteristike uvjetima okoline. Većina sklerofita, pa tako i crnika, tijekom sušnog perioda reagira zatvaranjem puči te postupnim prestankom transpiracije (Fillela et al., 1998). Do smanjenja stomatalne transpiracije može kod sadnica crnike doći i prije pojave jačeg sušnog stresa čime sadnice izbjegavaju isušivanje (Fotelli et al., 2000).

Istraživanja razvoja (preživljavanja i rasta) sadnica hrasta crnike (Roda et al., 1999) u uvjetima različite količine svjetla i padalina pokazala su da su za rast i razvoj sadnica optimalni uvjeti umjerenog osvjetljenja i srednje do velike količine padalina (slika 1). Navedenu činjenicu možemo objasniti podjednako morfološkim i fiziološkim komponentama rasta.

U prirodi kemijski sastav tla (humusno akumulativnog horizonta) ima značajan utjecaj na preživljavanje sadnica hrasta crnike (Puerta-Pinero et al., 2005). Istraživanja utjecaja tla na razvoj sadnica crnike ispod drvenastih biljnih vrsta karakterističnih za crnikine šume i ostala staništa na kojima ova vrsta dolazi, pokazala su da tip tla utječe na gotovo sve karakteristike sadnice, ali nema značajan utjecaj na klijavost sjemena (Puerta-Pinero et al., 2005). Veća koncentracija hranjiva (N, P, K) u tlu uzrokuje preraspodjelu zaliha kotiledona na način da se jače razvija korijen, a slabije stabljika. Bolji prirast sadnice imaju dakle na tlima koja su siromašnija hranjivima i na kojima sadnice razvijaju manji korijen. Hranjivima bogatija tla nepovoljno utječu na preživljavanje sadnica (Broncano et al., 1998).

Proizvodnja kontejnerskih sadnica može se suočiti s različitim problemima. Cilj ovoga rada bio je utvrditi kako različiti modeli kontejnera i supstrata utječu na proizvodnju sadnica. Bolja i kvalitetnije proizvedena sadnica osigurava nam bolji postotak primanja na terenu prilikom njihove sadnje. Razni su problemi s kojima se susrećemo prilikom proizvodnje kontejnerskih sadnica na koju utječe količina proizvedenih sadnica. Zato nam je važno imati sigurne i što preciznije podatke. Neki od problema s kojima se možemo susresti prilikom proizvodnje kontejnerskih sadnica su: niska stopa klijanja, bolesti, nedostatak vode ili pretjerano zalijevanje, nedostatak hranjivih tvari, loša kvaliteta supstrata, nedostatak svjetla. Ovim istraživanjem bit će detaljnije istražen utjecaj modela kontejnera i vrste supstrata na morfološke značajke sadnica (Belamarić et al., 2007).

## 2. Cilj istraživanja

Proizvodnja sadnica obloženog korijena veoma je skup proces. Cilj istraživanja bit će uvidjeti utječu li modeli kontejnera i različitih supstrata na morfološke značajke šumskih sadnica hrasta crnike. Najčešći uzrok malog postotka preživljavanja sadnica crnike njihova je osjetljivost na nedostatak vode i prejako osvjetljenje. Presađene sadnice osobito su podložne stresu jer nemaju dovoljno razvijen korijenski sustav koji bi nadomjestio vodu koja se gubi transpiracijom, a osim toga fizionomijom su potpuno prilagođene rasadničkim uvjetima (Cortes et al., 2004). Prva godine nakon sadnje na teren najosjetljivije je razdoblje kada zapravo dolazi do najvećeg mortaliteta sadnica. Istraživanjem ćemo utvrditi koji su oblici kontejnera i koji supstrati najpogodniji za proizvodnju sadnica hrasta crnike.

### 3. Materijali i metode rada

Sjeme hrasta crnike prikupljeno je na otoku Rabu u sklopu NPOŠ-a Rab u sastojini poznatog podrijetla. Nakon sakupljanja žira na terenu on se potapa u vodu kako bi se odvojio zdravi žir od šturog i zaraženog žirotočom. Žir crnike može se nakon sakupljanja sijati odmah ili se može sakupljano sjeme hladno-vlažno stratificirati, te pohraniti u prostoriju na temperaturu od 2 °C (Puerta- Pinero et al., 2005). Samo istraživanje obavljeno je u laboratoriju za šumsko sjemenarstvo i rasadničarstvo na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma.

Termoterapija je obavljena u laboratoriju Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma. Tretiranje smo odredili na 42°C. U posudu smo ulili 350 ml vode s početnom temperaturom istraživanja (42°C). Postupnim padom temperature te neodržavanjem početne temperature žir bi se jednostavno prilagodio na tretiranje u vodenoj kupelji. Isto tako, dolijevanjem toplije vode morali smo paziti kako ne bismo prešli granicu temperature jer bismo time šokirali žir prije nego što ga stavimo u komoru na tretiranje. Posudu s vodom i žirovima dalje je čekao proces tretiranja u komori Kambič RK-980 koja je bila programirana upravo na željenu temperaturu tretiranja od 42°C. Proces tretiranja u vodenoj kupelji trajao je 2,5 h nakon čega smo žir izvadili i uskladištili na sobnoj temperaturi.

Kako bismo sjemenu omogućili adekvatno klijanje bilo je potrebno pripremiti supstrat i gnojivo. Korištene su dvije vrste supstrata – TS-2 i TS-3 proizvođača Klasman. Supstrat oznake TS-2 mješavina je bijelog sphagnum treseta i vodotopivog gnojiva i mikroelemenata u koju je dodan okvašivač. Količina gnojiva: 2,0g/l, PH(H<sub>2</sub>O): 6,0. Struktura: 0 – 25mm. Supstrat oznake TS-3 mješavina je vrlo dekompostiranog bijelog sphagnum treseta, mljevenih tresetnih vlakanaca (20%), vodotopivog gnojiva i mikroelemenata, uz dodatak okvašivača. Količina gnojiva: 1,0kg/m<sup>3</sup>. PH(H<sub>2</sub>O): 6,0. Struktura: 0 – 25mm. Korišteno gnojivo je Osmocota exact 15-6-12 +2MgO. Osmocote Exact iz Osmocoteove je treće generacije kontrolirano otpuštajućih gnojiva. Sadrži dodatni kalij za snagu i odličan kompaktan rast, kontrolirano otpuštajuće gnojivo sa svim osnovnim mikroelementima. Dio granula razlikuje se po boji u odnosu na dugotrajnost.



**Slika 2.** Pripremljeni kontejneri za ulaganje gnojiva

Sadnja je vršena u kontejnere proizvođača BCC-a volumena 540 mL i 400 mL. Prije same sadnje trebalo je odrediti količinu gnojiva koja ide u pojedini kontejner. Tako je dobiveno da u kontejnere od 400 mL ide 1.6 g u jednu rupu, dok u kontejnere od 540 mL ide 2.12 g u jednu rupu. Izvaganu količinu gnojiva prebacili smo u menzuru i uzeli prosjek od 2.35 mL, za svaku rupu kontejnera 540 mL i 1.82 mL za kontejnere 400mL čime smo olakšali ulaganje gnojiva. Prije ulaganja gnojiva u kontejnere stavljen je supstrat na način da smo:

50 kontejnera od 540 mL punili s TS-2

50 kontejnera od 540 mL punili s TS-3

50 kontejnera od 400 mL punili s TS-2

50 kontejnera od 400 mL punili s TS-3.





**Slika 3.** Nakon sjetve kontejneri su poslagani u polje

Nakon punjenja kontejnera supstratom i gnojivom izvršena je ručna sjetva (6. travnja 2022.) gdje je u svaku rupu stavljano po dva sjemena žira. Kontejneri su nakon sadnje svaki dan zalijevani da ne bi došlo do isušivanja.

Prema Toliću (1995) zalijevanje je rasadnička mjera od izuzetne važnosti, osobito u rasadnicima koji su smješteni na područjima mediteranske i submediteranske klime koju karakterizira nepovoljan raspored padalina tijekom ljeta, sušna ljeta te prisutnost suhih vjetrova kao što je bura. Zalijevanje je osobito važno kod kontejnerskog sustava proizvodnje gdje uslijed nedostatka vode može doći do isušivanja supstrata u kontejneru, sušenja mlade biljke i redukcije korijenskog sustava. Tolić navodi da zalijevanje mora biti ravnomjerno i kontrolirano od strane stručnjaka rasadničara koji kontrolom i mjerenjem treba odrediti vrijeme zalijevanja.



**Slika 4.** Početak klijanja

Tijek klijanja praćen je u četiri brojanja gdje se prilikom brojanja gledao broj kontejnera i broj rupe iz koje je klijanac isključao. Ujesen je pristupljeno laboratorijskoj analizi, gdje su se analizirale morfološke osobine svakog klijanca. Analizirala se visina od tla u cm, promjer na vratu korijena u mm, broj listova i broj te dužina postranih izbojaka za pojedini kontejner i supstrat. Visinu smo mjerili metrom uz zaokruživanje na puni centimetar. Promjer vrata korijena mjereno je digitalnom pomičnom mjerkom uz preciznost u stotinku milimetra (0.00).





**Slika 5.** Klijanci u prvom tjednu klijanja

Analiza korijena vršena je na odabranim sadnicama iz svake grupe (4 grupe) po tri sadnice. Nosili su oznake max – najveći, sv – srednja vrijednost, min – najmanji. Sadnice su uzimane nakon mjerenja visine, promjera i broja lišća. Dobivene smo podatke pregledali i utvrdili koje ćemo sadnice vaditi. Izvađenim sadnicama pažljivo je odvojen supstrat od korijena kako se ne bi oštetile sitne dlačice. Korijene smo skenirali i opisali im vanjski izgled.



**Slika 6.** Sadnice u jesen prije vađenja



Skeniranje smo obavili skenerom Epson Expression 10000. Podaci skeniranja obrađeni su u softveru WinRHIZO Pro 2011. Dobivene podatke stavili smo u Excel tablice zbog boljeg prikaza. Nakon skeniranja uzorke smo podijelili na listove, stabljiku i korijen. Svježe uzorke izvagali smo vagom Sartorius i rezultate zaokružili na dvije decimale. Sušenje je obavljeno u sušioniku marke Binder RK-980, 24 sata na 68° C. Nakon sušenja uzorke smo ponovno izvagali. Dobivena masa analiziranih uzoraka, svježih i prosušenih, analizirana je u Excel tablicama.

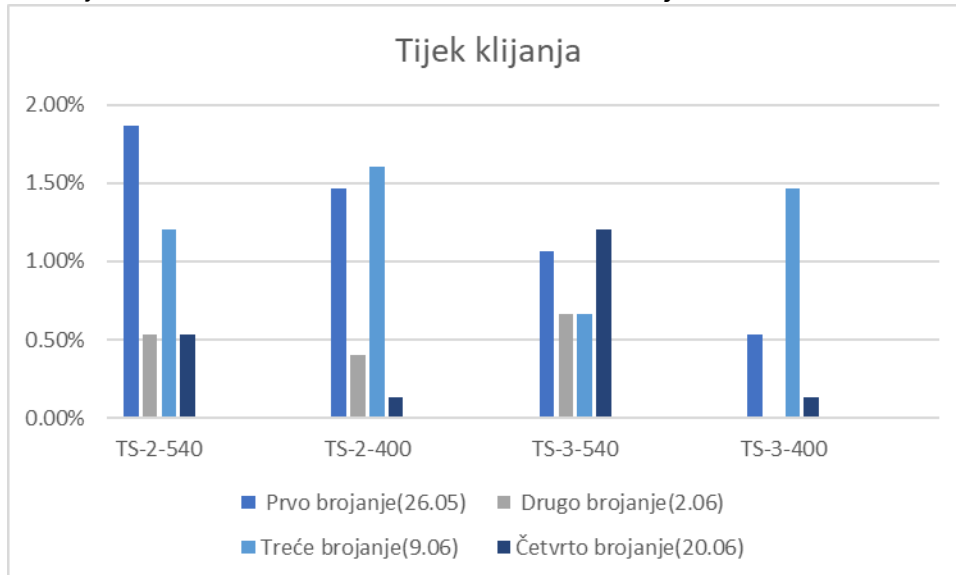


**Slika 7.** Uzorci pripremljeni za sušenje

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Rezultati praćenja klijanja

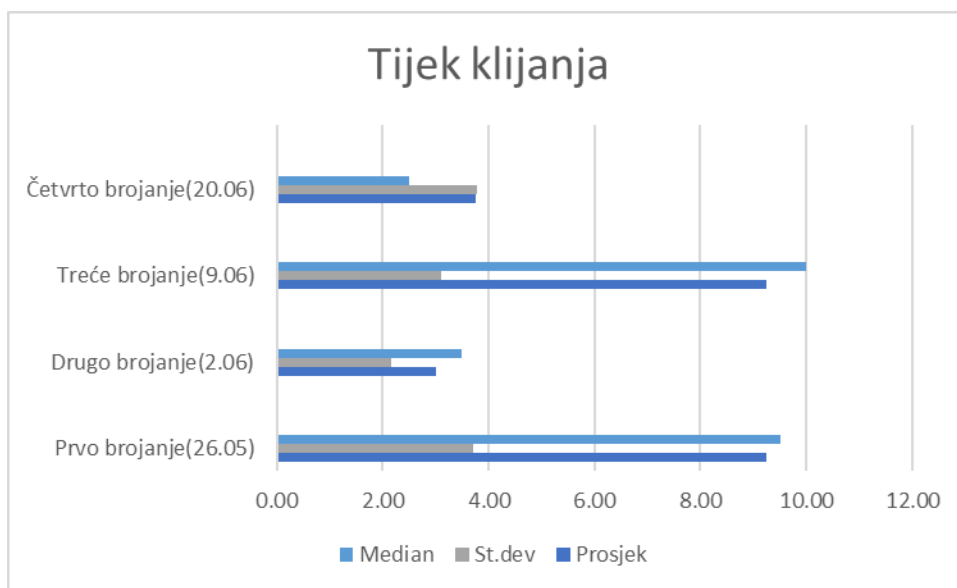
Na temelju provedenih istraživanja i mjerenjem dobivenih podataka svake grupe kontejnera dobiveni su rezultati u tablicama te je izvršena analiza.



Grafikon 1. Tijek klijanja u četiri mjerenja

Proces klijanja praćen je tijekom četiri brojanja gdje smo svakoga tjedna bilježili nove klijanace. Da ne bi dolazilo do bilježenja istih klijanaca prilikom obilježavanja označavan je broj kontejnera i broj rupe iz koje je klijanac isključao. Iz priloženog grafikona vidljivo je da je kod supstrata TS-2 puno bolja klijavost u prva dva tjedna praćenja. Pravilan odabir supstrata za uzgoj sadnica važan je korak u uspješnoj rasadničkoj proizvodnji. Prema Toliću (1995) supstrat mora biti takav da osigurava povoljan vodno-zračni režim koji omogućava optimalne biokemijske procese potrebne za razvoj korijenskog sustava i nadzemnog dijela mlade biljke.

Oblik samog kontejnera u procesu klijanja nema posebno značajnu ulogu. Istraživanja upotrebljivosti različitih tipova kontejnera u rasadničarskoj proizvodnji sadnica hrasta crnike (Dominguez et al., 1997; Dominguez, 2000) dokazala su superiornost kontejnera volumena većeg od 300 mL u odnosu na inačice manjeg volumena. Superiornost se očituje u morfološkim karakteristikama sadnica kao što su visina, promjer, težina, strukture korijena i indeks lisne površine. Volumen kontejnera s druge strane nema nikakav utjecaj na odnos visina/promjer. Recentna istraživanja (Peman et al., 2006) pokazala su da je dubina kontejnera presudna za razvoj, a time i upotrebljivost i preživljavanje sadnica hrasta crnike na terenu.

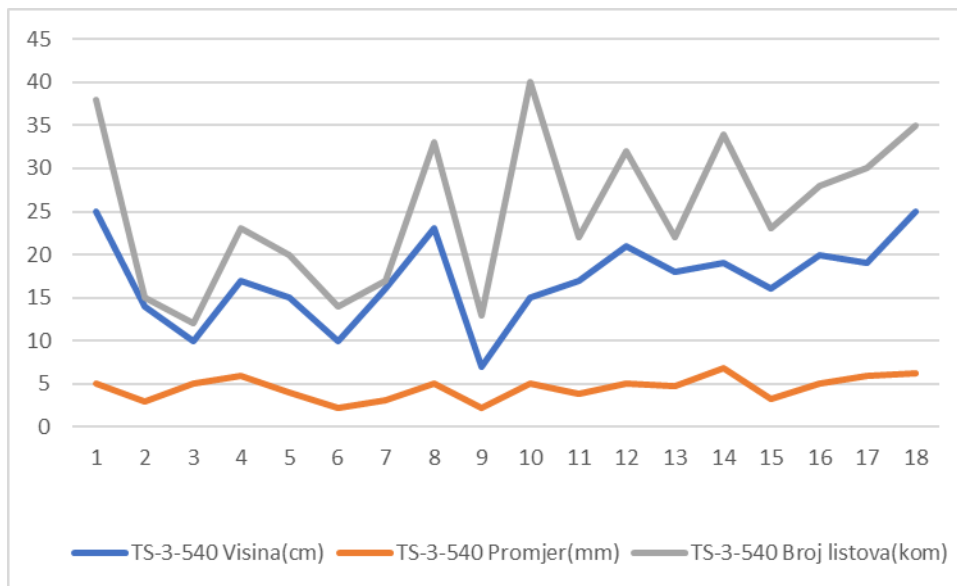


Grafikon 2. Usporedba tijeka klijanja po tjednima

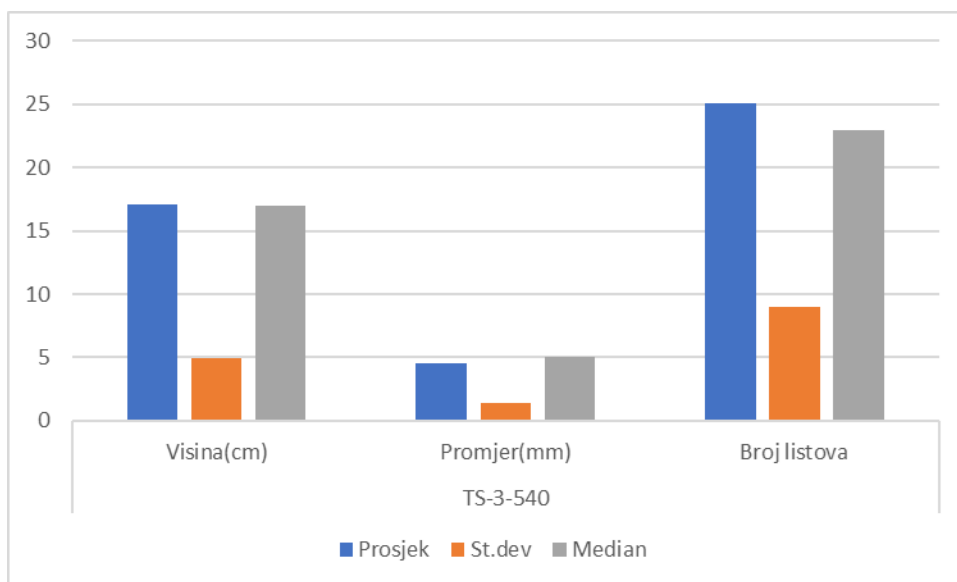
Analizom klijanja sjemena hrasta crnike dobivena je prosječna klijavost koja je iznosila 6 komada biljaka što u postocima ispada 0,21% po svim kontejnerima i supstratima. Vrijeme koje je bilo potrebno da prvi klijanci iskljuju 50 je dana.

#### 4.2. Rezultati mjerenja (visina, promjer vrata korijena, broja listova)

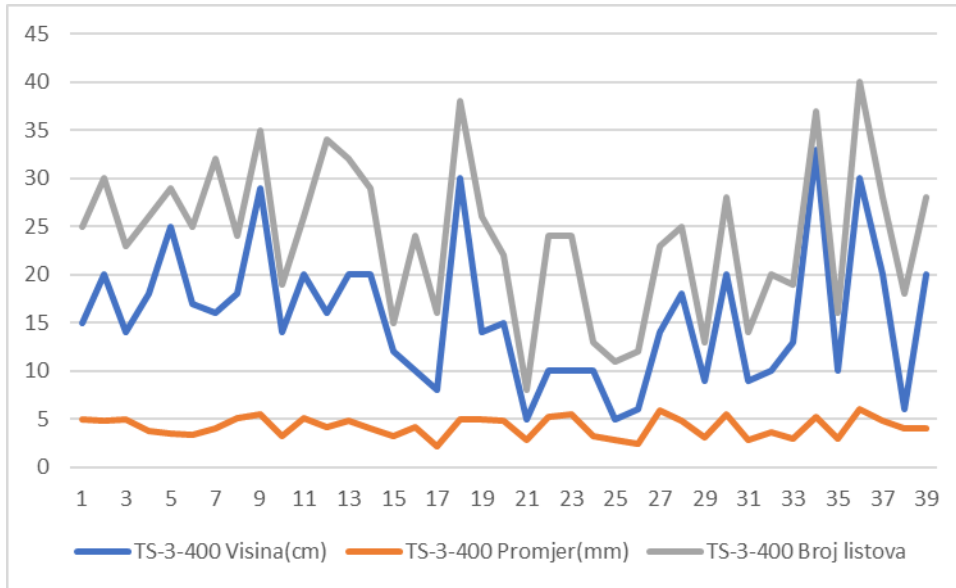
Sadnice hrasta crnike najčešće se uzgajaju u kontejnerima za višekratnu upotrebu. Takvi kontejneri obično su izrađeni od tvrde plastike, prema poprečnom presjeku mogu biti okrugli ili poliedrični, a prema uzdužnom presjeku cilindrični ili zaobljeno čunjasti. Dno kontejnera može biti ravno s rupicama ili konusno sa središnjom rupom. Primjer kontejnera tog tipa je 36 Forest Pot 300®; kontejner koji ima 50 komorica volumena 300 cm<sup>3</sup>, visine 18 cm, gustoća sadnje je 387 sadnica na m<sup>2</sup>. Otvor komorica je kvadratičan, a unutarnje stranice imaju rebra koja sprečavaju spiralizaciju korijena. Navedeni kontejner mnogi autori (Molla et al., 2006, Villar-Salvador et al., 2004, Villar-Salvador et al., 2005 i drugi) koriste u istraživanju sadnica hrasta crnike vjerojatno jer se taj tip kontejnera najčešće koristi u praksi.



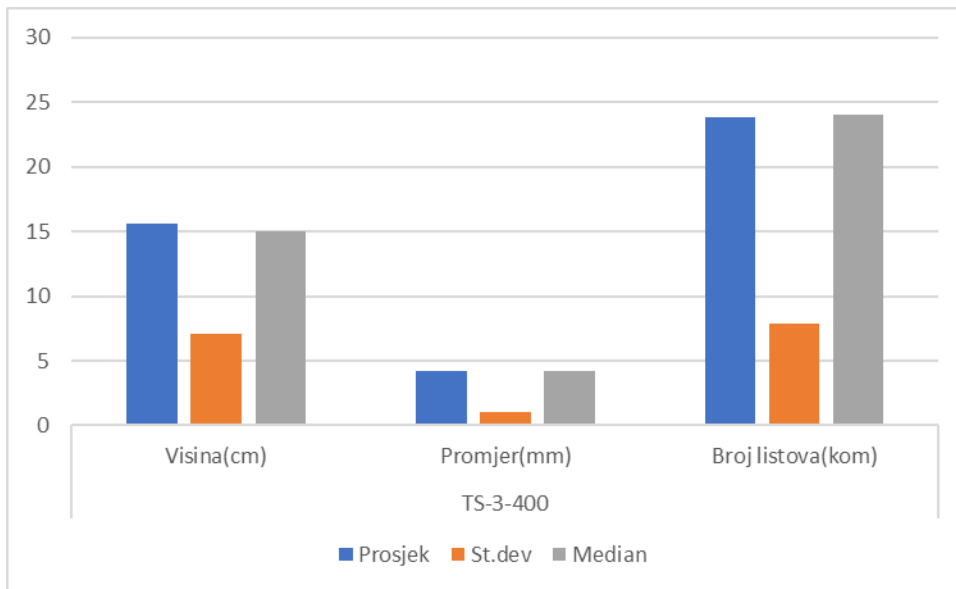
Grafikon 3.



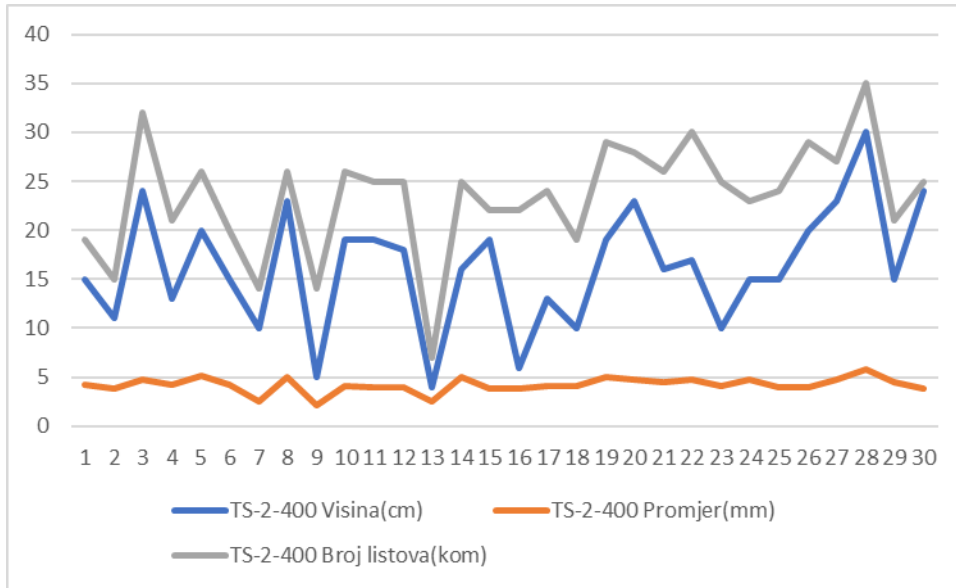
Grafikon 4.



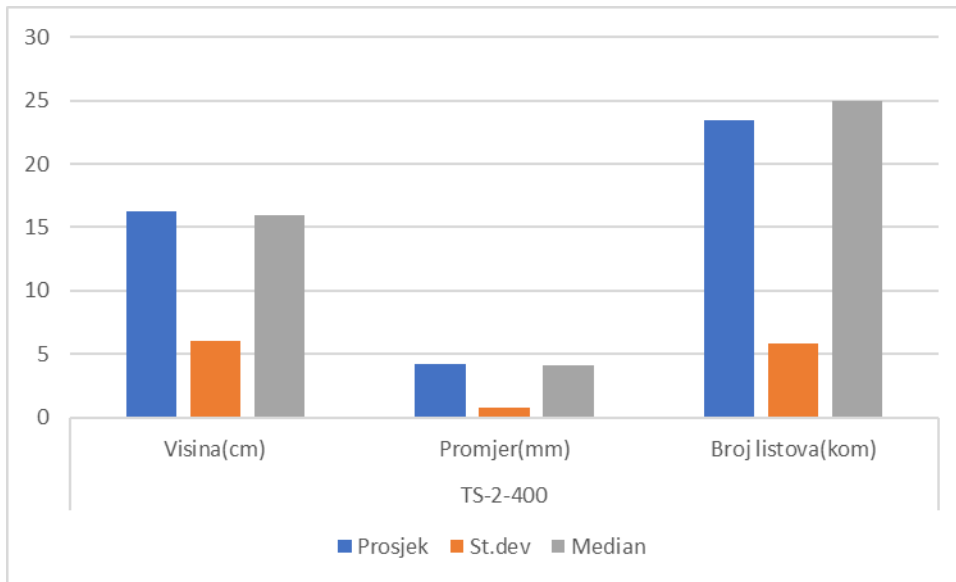
Grafikon 5.



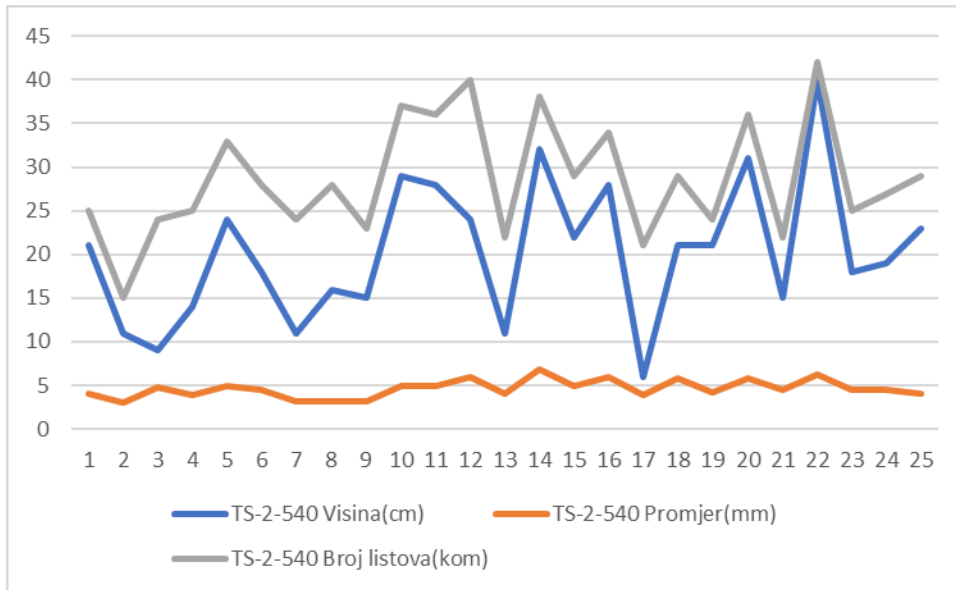
Grafikon 6.



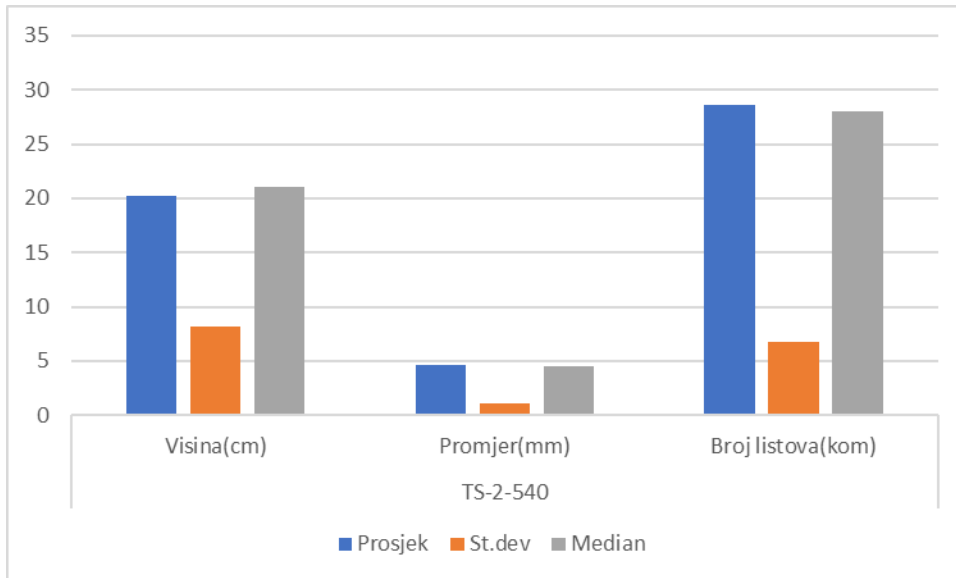
Grafikon 7.



Grafikon 8.



Grafikon 9.



Grafikon 10.

Na prikazanim grafikonima možemo vidjeti rezultate mjerenja te napraviti usporedbu između modela kontejnera i vrste supstrata. Kao što je prije istraženo, kontejneri veće zapremine i dubine veće od 18 cm pogodniji su za proizvodnju hrasta crnike. Istraživanja upotrebljivosti različitih tipova kontejnera u rasadničarskoj proizvodnji sadnica hrasta crnike (Dominguez et al., 1997; Dominguez 2000) dokazala su superiornost kontejnera volumena većeg od 300 ml u odnosu na inačice manjeg volumena. Superiornost se očituje u morfološkim karakteristikama sadnica kao što su visina, promjer, težina, strukture korijena i indeks lisne površine. Volumen kontejnera s druge strane nema nikakav utjecaj na odnos visina/promjer( Belamarić et al., 2007).

S druge strane, neki autori (Tsakaldimi et al., 2005) preporučuju korištenje paper-pot kontejnera čija se prednost očituje u boljim performansama sadnica crnike na terenu. Sadnice uzgojene u paper pot kontejnerima imaju veću visinu, promjer, biomasu stabljike i korijen te volumen samog korijena. Tako u ovom slučaju kontejneri volumena 540 mL imaju znatno veće visine koje prati i veći broj listova. Kod promjera vrata korijena razlika postoji, ali nije značajna.

540mL		400ml	
Prosjeck visine	18 cm	Prosjeck visine(cm)	15 cm
Prosjeck broja listova	27 kom.	Prosjeck broja listova(kom)	24 kom.
Prosjeck vrata korijena	4.59 mm	Prosjeck vrata korijena(mm)	4.21 mm

Tablica 1. Usporedba rezultata mjerenja na osnovu modela kontejnera



Slika 8. Sadnica prilikom mjerenja



Pravilan odabir supstrata za uzgoj sadnica važan je korak u uspješnoj rasadničkoj proizvodnji. Prema Toliću (1995.) supstrat mora osiguravati povoljan vodno-zračni režim koji omogućava optimalne biokemijske procese potrebne za razvoj korijenskog sustava i nadzemnog dijela mlade biljke.

Treset je supstrat koji se najčešće koristi prilikom uzgoja sadnica obloženog korijena pa tako i hrasta crnike. Treset odlikuje niz dobrih svojstava kao što su: velika sposobnost vezanja aktivne vode i hranjiva, mala volumna specifična težina, odsustvo sjemena korova i patogena itd. (Komlenović, 1992), a s druge strane karakterizira ga siromaštvo biljnim hranjivima. Stoga je za proizvodnju sadnica u supstratu tog tipa nužno korištenje mineralnih gnojiva. Što se tiče reakcije treseta, preporuka je da se za uzgoj onih vrsta drveća koje od prirode dolaze na karbonatnim tlima, ublažavanje jako kisele reakcije treseta provodi dodavanjem određene količine treseta blaže reakcije (Komlenović, 1995).

Osim čistog treseta, koji se kod nas najčešće koristi, za uzgoj sadnica hrasta crnike mogu se koristiti i mješavine treseta i vermikulita u omjeru 75 : 25 (%) (Vilar –Salvador et al., 2004) ili 80 : 20 ( Domindez Larena et al., 1997).

Istraživanjem je utvrđeno da su sadnice imali bolji prirast na supstratu TS-2. Na taj rezultat mogao je utjecati veći sadržaj gline u supstratu TS-3. Hrast crnika pridolazi na siromašnim vapnenastim tlima (pH između 6 i 7.5) koja su razmjerno plitka i suha.

TS-2		TS-3	
Prosjeck visine	18 cm	Prosjeck visine	16 cm
Prosjeck broja listova	26 kom.	Prosjeck broja listova	24 kom.
Prosjeck vrata korijena	4.43 mm	Prosjeck vrata korijena	4.40 mm

Tablica 2. Usporedba rezultata mjerenja na osnovi supstrata

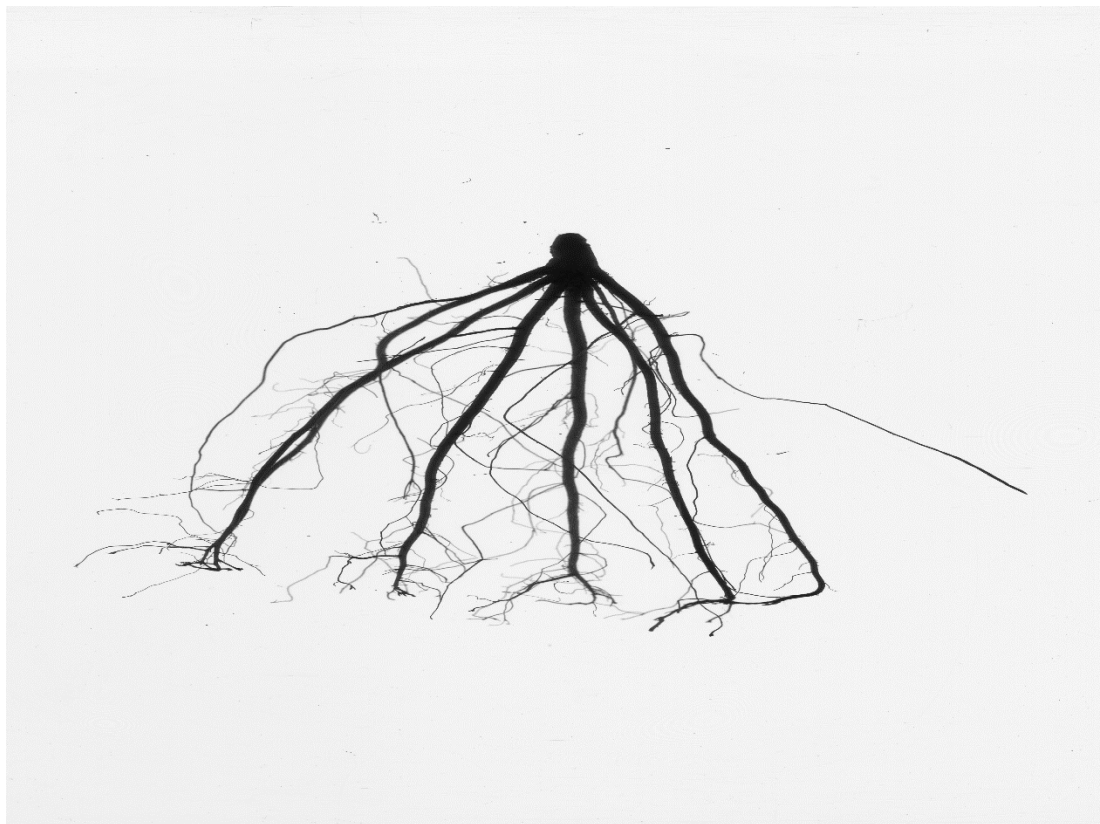
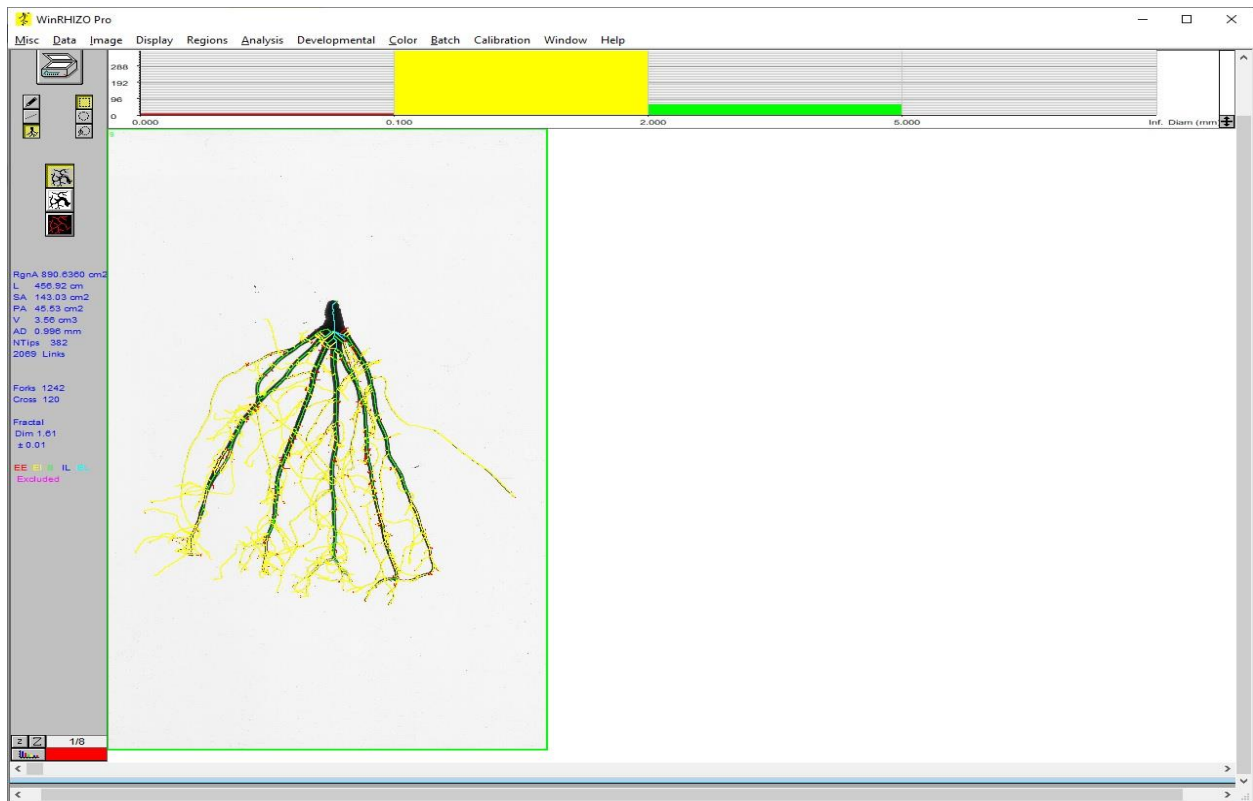
### 4.3. Analiza i skeniranje korijena

Korijen smo prilikom vađenja pregledali i opisali. Utvrđeno je da je nekolicina izvađenih primjeraka imala korijene koji su imali blage deformacije u stranu, a pojedini su došli do dna i počeli rasti prema gore. Rast prema gore mogao se izbjeći da su kontejneri bili postavljeni na povišenju čime bismo dobili efekt “zračnog podrezivanja”. Zračnim orezivanjem biljke dolaze u dodir sa zrakom dok rastu. To je prirodan proces kada se pojedini vrh korijena suši i prestaje rasti.

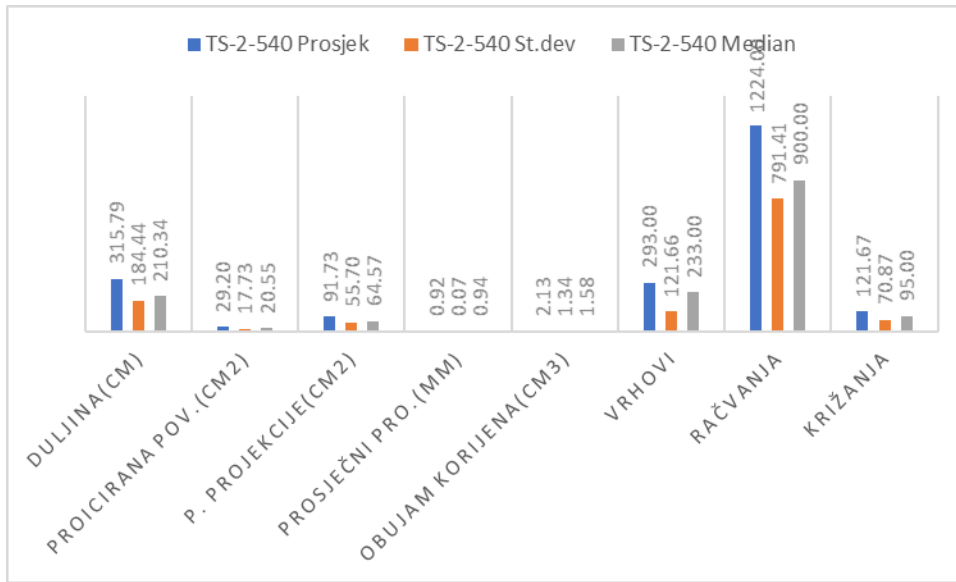


Slika 9. Korijen je došao do dna i počeo rasti prema van

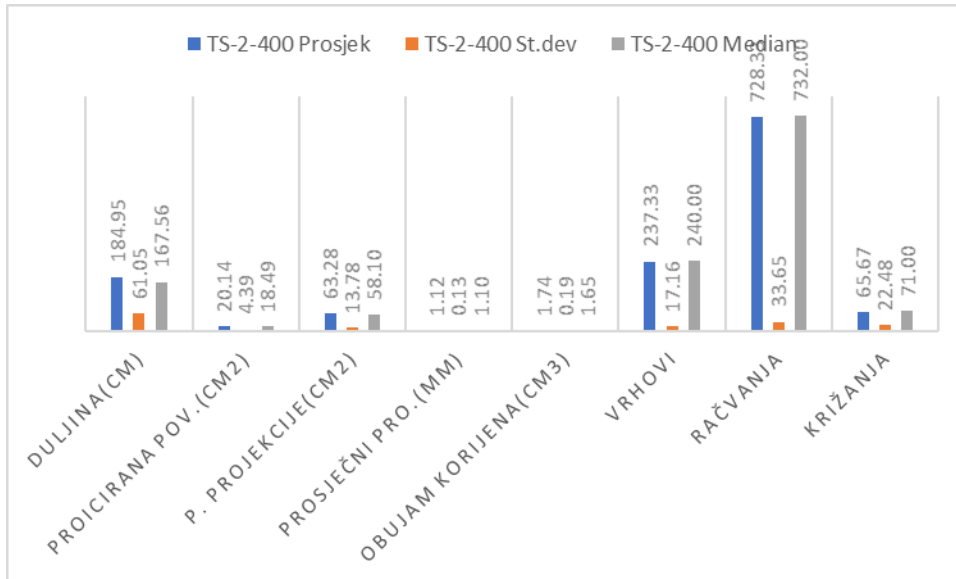




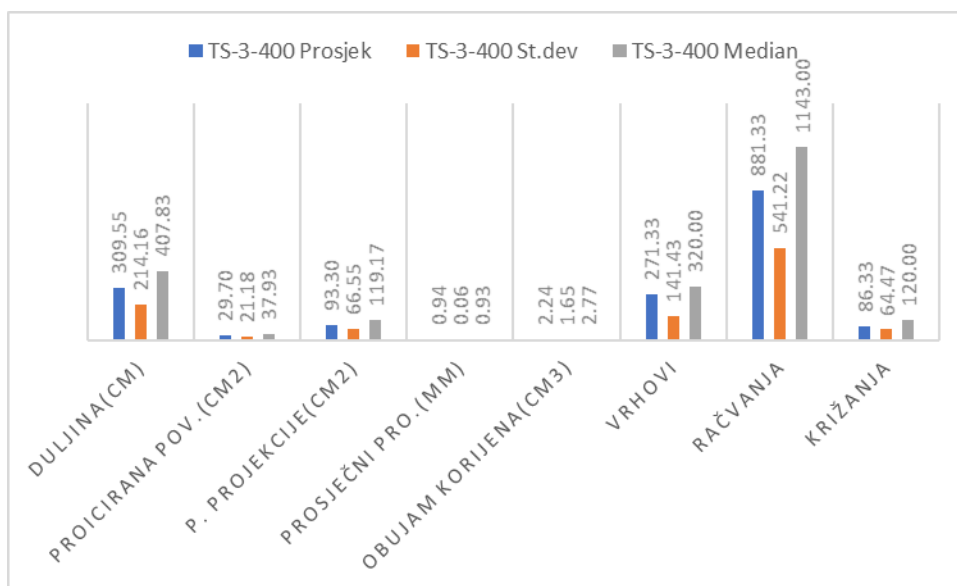
Slika 10. i 11. Skeniranje korijena



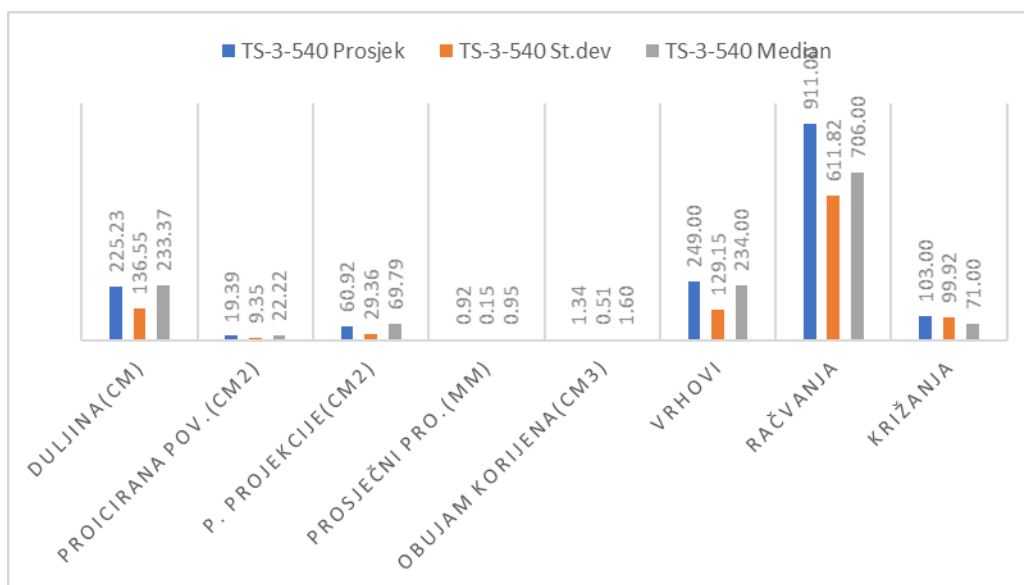
Grafikon 11. Rezultati za grupu TS-2-540



Grafikon 12. Rezultati za grupu TS-2-400



Grafikon 13. Rezultati podataka za grupu TS-3-400



Grafikon 14. Rezultati za grupu TS-3-540

#### 4.4 Usporedba svježih i suhих uzoraka

Usporedbom svježih i suhих uzoraka dobiveni su podatci koji se previse ne razlikuju. Prosječna masa lista za svježi uzorak bila je 2.47 g dok je masa suhog uzorka 2.40 g. Prosječna masa korijena svježeg uzorka je 2.80 g, a suhoga 2.68 g. Stabljika je imala puno manja odstupanja tako da je njezina masa svježih uzoraka bila 1.92 g, a suhog uzorka 1.88 g.

	TS-3	
	Suhi	Svježi
List	2.22 g	2.30 g
Stabljika	1.65 g	1.68 g
Korijen	2.41 g	2.47 g

Tablica 3. Masa uzoraka

	TS-2	
	Suhi	Svježi
List	2.59 g	2.62 g
Stabljika	2.11 g	2.37 g
Korijen	2.95 g	3.09 g

Tablica 4. Masa uzoraka

U tablicama (tablica 3., tablica 4.) vidljivo je da je masa svježih i suhих uzoraka nešto veća na supstratu TS-2 u odnosu na supstrat TS-3.

	400 mL	
	Suhi	Svježi
List	2.17 g	2.23 g
Stabljika	1.58 g	1.64 g
Korijen	2.64 g	2.72 g

Tablica 5. Masa uzoraka

	540 mL	
	Suhi	Svježi
List	2.63 g	2.68 g
Stabljika	2.18 g	2.24 g
Korijen	2.74 g	2.84 g

Tablica 6. Masa uzoraka

U tablicama (tablica 5., tablica 6.) vidljivo je da masa svježih i suhих uzoraka veća u kontejnerima od 540 mL. To možemo pripisati tome da su te sadnice imale bolje razvijen korijen, a time i mogućnost za bolji razvoj nadzemnog dijela biljke.

## 5. Zaključak

Nakon provedenog istraživanja na sadnicama hrasta crnike možemo zaključiti da veliku ulogu u razvoju cjelokupne biljke ima vrsta supstrata i oblik kontejnera. Za pravilan razvoj korijena, a time i same biljke nužno je primijeniti adekvatan tip kontejnera. Uz kontejner ključno nam je poznavanje i supstrata u kojem se korijen razvija. Na temelju provedenog istraživanja dobiveni su rezultati koji ukazuju na to da su za sam razvoj biljke bolji kontejneri tipa 540 mL sa supstratom TS-2. Analizom kontejnera od 540 mL dobiveni su sljedeći podatci:

- klijavost 0,24 %
- visina 19 cm
- promjer vrata korijena 4.59 mm
- broj listova 27 komada
- index vitkosti 4.12.

U kontejnerima modela 400 mL ostvareni su sljedeći rezultati:

- klijavost 0.18 %
- visina 16 cm
- promjer vrata korijena 4.22 mm
- broj listova 24 komada
- index vitkosti 3.77.

Analizom supstrata dobiveni su rezultati koji pokazuju da biljke koje su rasle na supstratu TS-2 imaju bolje karakteristike.

Supstratom TS-2 dobiveni su sljedeći podatci:

- klijavost 0,24 %
- visina 18 cm
- promjer vrata korijena 4.43 mm
- broj listova 26 komada
- index vitkosti 4.10.

Supstratom TS-3 dobiveni su sljedeći podaci:

- klijavost 0,18 %
- visina 16 cm
- promjer vrata korijena 4.37 mm
- broj listova 25 komada
- index vitkosti 3.72.

Vrsta supstrata nam je pokazala da su supstrati s manjom količinom gline pogodniji za razvoj sadnica hrasta crnike. Cjelokupnim istraživanjem došlo se do rezultata koji nam mogu ubrzati i poboljšati proizvodnju sadnica obloženog korijena hrasta crnike. Time možemo ubrzati proces pošumljavanja i pomlađivanja šuma na kršu.



## 6. Literatura

1. Benayas, R. J. M.; Camacho-Cruz, A. 2004. Performance of *Quercus ilex* saplings planted in abandoned mediterranean cropland after long-term interruption in their amangement. *Forest ecology and management* 194. 223-233.
2. Broncano, M. J.; Riba, M.; Retana, J. 1998. *Seed germionation and seedling performance of two Mediterranean tree species, Holm oak (shape *Quercus ilex* L.) and aleppo pine (shape *Pinus hallepensis* Mill.): a multifactor experimental approach*. Plant ecology, Vol. 138, No 1. 17-26 – sažetak.
3. Belamarić, Boris. *Rasadnička proizvodnja sadnica hrasta crnike (*Quercus ilex* L.)*.
4. Cortes, P. ; Espelta, J. M. ; Save, R.; Carme, B. 2004. Effects of a nursery CO<sub>2</sub> enriched atmosphere on the germination and seedling morphology of two mediterranean oaks with contrasting leaf habit. *New forest* 28. 79-88.
5. De Rigo, D. ; Caudullo, G. 2016. *Quercus ilex* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. Ur. San-Miguel-Ayanz, J. ; de Rigo, D. ; Caudullo, G. ; Houston Durrant, T. ; Mauri, A. *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e014bcd+ [accessed Jun 16 2020].
6. Dominguez Larena, S. 2000. *Influencia de distintos tipos contenedores en el desarrollo en campo de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex**. Reunion de coordinacion I+D Fundacion Caem.
7. Dominguez Larena, S. ; Nieves Herrero Sierra, Inmaculada, M.; Oceana Bueno, L.; Penulos Rubira, J. L. 1997. Ensayo de diferentes tipos de contenedores para *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*: resultados de vivero, Actas del II congreso forestal Espanol, Pamplona, Mesa 3: 189-194.
8. Dominguez Larena, S.; Nieves Herrero Sierra, Inmaculada, M.; Oceana Bueno, L.; Penulos Rubira, J. L. 1997. Ensayo de diferentes tipos de contenedores para *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*: resultados de vivero, Actas del II congreso forestal Espanol, Pamplona, Mesa 3: 189-194.
9. Dominguez Larena, S. 2000. *Influencia de distintos tipos contenedores en el desarrollo en campo de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex**, Reunion de coordinacion I+D Fundacion Caem.
10. Filella, I.; Llusia, J.; Pinol, J.; Penuelas, J. 1997. Leaf gas exchange and flouescance of *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus* and *Quercus ilex* samplings in severe drought and high temperaure conditions; *Environmental and experimental botany* 39. 213-220.
11. Fotelli MN, Radogou KM, Constantinidou HI. 2000. Water stress of seedlings of four mediterranean oak species. *Tree Physiol.* 20(16). 1065-75 – sažetak

12. Idžojić, M. 2013. *Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme*. Šumarski fakultet. Zagreb.
13. Idžojić, M. 2009. *Dendrologija list*. Šumarski fakultet. Zagreb.
14. Komlenović, N. 1992. *Primjena gnojiva s produženim djelovanjem u proizvodnji šumskih sadnica*. Rad. – Vol. 27. Br. 2. 95-104. Šumarski institut. Jastrebarsko.
15. Molla S.; Villar-Salvador, P.; Garcia-Fayos, P.; Penuelas Rubira, J. L. 2006. Physiological and transplanting performance of *Quercus ilex* L. (holm oak) seedlings grown in nurseries with different winter conditions. *Forest ecology and management* 237. 218-226.
16. Puerta-Pinero, C.; Gomez, H. M.; Zamora, R. 2006. Species-specific effects on topsoil development affect *Quercus ilex* seedling performance. *Acta oecologica* 29. 65-71.
17. Roda, F.; Retana, J.; Gracia, C. A.; Bellot, J. 1999. Ecology of mediterranean evergreen oak forests. Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York.
18. Tolić, I. 1995. Proizvodnja šumskog sadnog materijala u krškim uvjetima. *Šumarski list*. br. 7/8. 223-226. Zagreb.
19. Tsakalidimi, M.; Zagas, T.; Tsitsoni, T.; Ganatsas, P. 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two mediterranean evergreen oak species raised in different container types. *Plant and soil*. Vol. 278, Numb. 1-2:85-93(9) – sažetak.
20. Villar-Salvador, P.; Planelles, R.; Enriquez, E.; Penuelas Rubira, J. 2004. Nursery cultivation regimes, plant functional attributes, and field performance relationship in the mediterranean oak *Quercus ilex* L. *Forest ecology and management* 196. 257-266.
21. Villar-Salvador, P.; Puertolas, J.; Penuelas, J. L.; Planelles, R. 2005. Effect of nitrogen fertilization in the nursery on the drought and frost resistance of mediterranean forest species. *Invest. Agrar: Sist Recur for* 13(3). 408-418.
  
22. Vukelić J.; Rauš, Đ. 1998. *Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
23. [https://www.google.com/search?sca\\_esv=557451199&sxsrf=AB5stBgXrLGQ27t9FaKrtIORE036c0kSMQ:1692193713766&q=osmocote+exact+standard+5-6%D0%BC+\(15-9-12%2B2mgo%2B%D0%BC%D1%8D\)&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwj6xszpQOGAAxWqh\\_0HHY85CsAQ0pQJegQIDRAB&biw=725&bih=674&dpr=1.1#imgrc=OZkX1Ykiq0wNIM](https://www.google.com/search?sca_esv=557451199&sxsrf=AB5stBgXrLGQ27t9FaKrtIORE036c0kSMQ:1692193713766&q=osmocote+exact+standard+5-6%D0%BC+(15-9-12%2B2mgo%2B%D0%BC%D1%8D)&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwj6xszpQOGAAxWqh_0HHY85CsAQ0pQJegQIDRAB&biw=725&bih=674&dpr=1.1#imgrc=OZkX1Ykiq0wNIM)
24. <https://agro-kuca.hr/proizvod/klasmann-ts-3-200-lit/>
25. <https://www.comet.hr/supstrat-klasmann-ts2-210l-proizvod-11659/>