Učinak sorte i tehnologije uzgoja na rast i gospodarska svojstva mladog krumpira

Galeković, Božidar

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:621700

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

UČINAK SORTE I TEHNOLOGIJE UZGOJA NA RAST I GOSPODARSKA SVOJSTVA MLADOG KRUMPIRA

DIPLOMSKI RAD

Božidar Galeković

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Hortikultura - Povrćarstvo

UČINAK SORTE I TEHNOLOGIJE UZGOJA NA RAST I GOSPODARSKA SVOJSTVA MLADOG KRUMPIRA

DIPLOMSKI RAD

Božidar Galeković

Mentor: Prof. dr. sc. Nina Toth

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Božidar Galeković**, JMBAG 0178092280, rođen 03.11.1993. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

UČINAK SORTE I TEHNOLOGIJE UZGOJA NA RAST I GOSPODARSKA SVOJSTVA MLADOG KRUMPIRA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam 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 upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Božidar Galeković**, JMBAG 0178092280, naslova

UČINAK SORTE I TEHNOLOGIJE UZGOJA NA RAST I GOSPODARSKA SVOJSTVA MLADOG KRUMPIRA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	Prof. dr. sc. Nina Toth	mentor	_____
2.	Prof. dr. sc. Ana Pospišil	član	_____
3.	Doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher	član	_____

ZAHVALA

Zahvaljujem svojoj voditeljici studija prof. dr. sc. Nini Toth koja me je svojim stavovima i željom za prenošenjem znanja nama studentima, još na preddiplomskom studiju usmjerila i odredila moj diplomski studij. Također hvala mojoj mentorici prof. dr. sc. Nini Toth na pomoći jer mi je omogućila svu potrebnu literaturu te svojim korisnim i stručnim savjetima, strpljenjem i nesebičnom pomoći doprinijela izradi ovog diplomskog rada, a svojom pristupačnošću tijekom cijelog studija uvijek pronalazila jednostavna rješenja za moje studentske probleme.

Najveću zahvalnost iskazujem svojoj obitelji na materijalnoj i moralnoj podršci tijekom cjelokupnog obrazovanja. Bilo je ponekad teško i naporno, ali uz pregršt truda i odricanja sav napor se isplatio.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. PREGLED LITERATURE 3
2.1. HRANIDBENA I ZDRAVSTVENAVRIJEDNOST KRUMPIRA 3
2.2. MORFOLOŠKA SVOJSTVA KRUMPIRA 4
2.3. ABIOTSKI ČIMBENICI FORMIRANJA GOMOLJA KRUMPIRA 7
2.3.1. Sunčeva svjetlost 7
2.3.2. Temperatura 7
2.3.3. Tlo 8
2.3.4. Voda 8
2.3.5. Hranjiva i gnojidba 8
2.4. SKLOP I KOLIČINA SJEMENSKOG KRUMPIRA 9
2.5. MALČIRANJE TLA 10
2.6. IZRAVNO PREKRIVANJE AGOTEKSTILOM 11
3. MATERIJALI I METODE 13
3.1. POSTAVLJANJE I PROVEDBA POKUSA 13
3.2. TEMPERATURNI UVJETI TIJEKOM PROVEDBE POKUSA 16
4. REZULTATI I RASPRAVA 18
4.1. POKAZATELJI RASTA KRUMPIRA 18
4.1.1. Nicanje krumpira 18
4.1.2. Visina najvišeg izdanka krumpira 18
4.1.3. Broj izdanaka matičnog gomolja krumpira 21
4.1.4. Broj listova najdužeg izdanka 23
4.1.5. Relativna stopa rasta visine najdužeg izdanka krumpira 25
4.1.6. Relativna stopa rasta listova najdužeg izdanka krumpira 26
4.2. PRINOS 28
5. ZAKLJUČCI 31
6. POPIS LITERATURE 32
ŽIVOTOPIS 35

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Božidar Galeković**, naslova

UČINAK SORTE I TEHNOLOGIJE UZGOJA NA RAST I GOSPODARSKA SVOJSTVA MLADOG KRUMPIRA

Rani krumpir u okolici Zagreba proizvodi se u negrijanim zaštićenim prostorima zbog rizika od niske temperature zraka i tla u prvom dijelu vegetacijskog razdoblja. Radi postizanja ranijeg i višeg prinosa istražen je učinak sorti i tehnologija uzgoja koje osiguravaju povoljniji mikroklimat oko biljke, na rast i prinos ranog krumpira. Dvofaktorijalni poljski pokus sa sortama 'Marabel' i 'Red Scarlet' i tehnologijama uzgoja (malč od slame, izravno prekrivanje agrotekstilom, malč od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom i nepokriveno tlo), postavljen je po metodi slučajnog bloknog rasporeda u tri ponavljanja. Najveća relativna stopa rasta visine i listova najdužeg izdanka krumpira na početku vegetacijskog razdoblja, ukazuje na brži rast mlađih biljaka u odnosu na starije. Značajno najveća visina i broj listova najdužeg izdanka tijekom većeg dijela vegetacijskog razdoblja te najveći tržni prinos utvrđeni su pri uzgoju krumpira ispod agrotekstila i na nepokrivenom tlu. U okolici Zagreba uz prikladan izbor sorti, moguće je ostvariti visok prinos ranog krumpira u negrijanom zaštićenom prostoru, konvencionalnom tehnologijom uzgoja na nepokrivenom tlu uz navodnjavanje kapanjem, a bez ulaganja u malčiranje tla slamom i prekrivanje agrotekstilom.

Ključne riječi: *Solanum tuberosum* L., malč, izravno prekrivanje, relativna stopa rasta, prinos

Summary

Of the master's thesis - student **Božidar Galeković,** entitled

IMPACT OF CULTIVAR AND CULTIVATION TECHNOLOGY ON GROWTH AND AGRONOMIC TRAITS OF EARLY POTATO

In vicinity of Zagreb, early potatoes are produced in unheated greenhouses due to the risk of low air and soil temperatures in the first part of the vegetation period. In order to achieve earlier and higher yields of early potatoes, the impacts of varieties and cultivation technologies that provide a more favorable microclimate around the plants, were researched. The two-factorial field trial with cultivars 'Marabel' and 'Red Scarlet' and cultivation technologies (straw mulch, direct covering by agro-textile, straw mulch with direct covering by agro-textile, bare soil) was set up in 3-replication block design. The highest relative growth rate of the height and leaves number of the longest potato shoot at the beginning of the vegetation period indicates a faster growth of younger plants than the older. Significantly highest height and leaf number of the longest potato shoot during most of vegetation period, and also the highest yield, were established at potatoes cultivated under agro-textile and on bare soil. In the vicinity of Zagreb, with a suitable selection of cultivars, it is possible to achieve a high yield of early potatoes in unheated greenhouses with conventional technology of cultivation on bare soil with drip irrigation, without investing in straw mulch and agro-textile for direct covering.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., mulch, direct covering, relative growth rate, yield

1. UVOD

Krumpir (*Solanum tuberosum* L.) predstavlja jednogodišnju biljku iz porodice pomoćnica (Solanaceae) koja se koristi u ljudskoj prehrani, industrijskoj preradi te za ishranu stoke. Postoje dvije različite divlje vrste krumpira koje su rasprostranjene na jugu Sjeverne Amerike, u Meksiku, Centralnoj i Južnoj Americi. Pradomovinom krumpira smatra se Južna Amerika, točnije područje Anda gdje je uz kukuruz bio glavna hrana. U Europu se krumpir prenosi u šesnaestom stoljeću, a po prvi put ga spominje švicarski botaničar Kaspar Bauhin pod nazivom *Solanum tuberosum esculentum* (Buturac, 2016).

Krumpir je jedna od svjetski najvažnijih poljoprivrednih kultura. Iako je bilo početnog otpora prema uvođenju krumpira u poljoprivrednu proizvodnju te korištenju kao prehrambenog proizvoda, danas predstavlja povrćarsku kulturu s najvećom proizvodnom površinom i godišnjom proizvodnjom. Kao usjev i namirnica važan je u zemljama umjereng klimata, a sve više dobiva na važnosti kao glavna kultura u tropskim i suptropskim zemljama (Vreugdenhil i sur., 2008).

U 2016. godini svjetska proizvodnja krumpira odvijala se na 19 milijuna hektara s ukupnom proizvodnjom od 377 Mt, dok se u Republici Hrvatskoj krumpir proizvodio na površini od 9,9 tisuća hektara s ukupnom proizvodnjom od 194 tisuće tona, uz prosječan prinos od 19,7 t/ha. Iako je proizvodnja krumpira u Republici Hrvatskoj značajna, zaostaje u odnosu na razvijenije zemlje (FAOSTAT, 2017). Tijekom posljednjeg dekadnog razdoblja, u Hrvatskoj se uočava trend smanjivanja proizvodnih površina pod krumpirom, ali uz istovremeno značajno povećanje prinosa (Gugić i sur., 2014).

Posebnu kategoriju krumpira predstavlja rani krumpir čiji su gomolji dobiveni od ranih sorti i/ili pobrani na početku sezone u zemlji uzgoja, prije potpune zrelosti i stavljeni na tržište odmah nakon berbe, a čija se pokožica lako skida bez guljenja (UNECE, 2006). U Hrvatskoj je rani, mladi krumpir vrlo cijenjeno povrće čija potražnja započinje već u veljači kada se na tržištu pojavljuje mladi krumpir uvezen iz Egipta i Cipra. Opskrba tržišta domaćim ranim krumpirom započinje krajem travnja, početkom svibnja iz uzgoja na priobalnom području i otocima Dalmacije, te dvadesetak dana kasnije s područja Istre. Popularnost lokalno proizvedenih namirnica te manji troškovi transporta, potaknuli su zanimanje za uzgoj mladog krumpira i u panonskoj poljoprivrednoj regiji Hrvatske. Obzirom na manje povoljne agroekološke uvjete kontinentalnog područja, za uspješnu ranu proizvodnju mladog krumpira i ostalog povrća, neophodan je pravilan izbor sorte te primjena suvremenih tehnologija uzgoja koje osiguravaju povoljne uvjete za rast i razvoj biljaka.

Od sorti pogodnih za ranu proizvodnju mladog krumpira očekuje se sposobnost brzog formiranja i rasta gomolja kako bi za 60 do 70 dana nakon sadnje dale gomolje zadovoljavajuće krupnoće. Izravno prekrivanje usjeva agrotekstilom, netkanim polimernim materijalom, pozitivno utječe na temperaturu zraka i tla oko biljke, a stvorena mikroklima pogoduje bržem rastu i razvoju biljaka koji rezultira ranijom berbom i višim prinosom. Poznat je i pozitivan učinak polimernih i biljnih malčeva na dinamiku rasta te kvalitetu i visinu

prinosa različitih povrtnih kultura, a koji je posljedica modifikacije mikroklimatskog okruženja biljke, posebice temperature tla u zoni korijena i unutar biljnog sklopa. Od organskih materijala koji se koriste za malčiranje, odnosno, prekrivanje površine tla, slama je jedan od najčešće primjenjivanih. U uzgoju ranog krumpira poznata je tehnika polaganja naklijalih gomolja na površinu tla i prekrivanja slojem slame koji se tijekom rasta biljaka prema potrebi obnavlja.

Cilj istraživanja u okviru ovog diplomskog rada je utvrditi učinak sorte, sadnje u slamu i izravnog prekrivanja agrotekstilom na nicanje, rast i gospodarska svojstva ranog krumpira u negrijanom zaštićenom prostoru u ranoproljetnom roku sadnje u okolici Zagreba.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. HRANIDBENA I ZDRAVSTVENAVRIJEDNOST KRUMPIRA

U tablici 2.1.1. prikazan je sadržaj osnovnih hranjivih tvari u sirovom jestivom dijelu krumpira, odnosno, gomolju (mekota i pokožica). Jestivi dio gomolja krumpira sadrži 20 do 25% suhe tvari koja značajno ovisi o sorti. Najveći udio suhe tvari čini škrob, prosječno oko 18%. Gomolj krumpira sadrži oko 2% bjelančevina i svega 0,1% masti i bez kolesterola. Značajan je prirodni izvor netopivih vlakana (oko 1,7%). Ako se priprema bez dodanih masnoća, krumpir je niskokalorična zdrava namirnica, energetske vrijednosti oko 70 kcal (podatak nije prikazan).

Tablica 2.1.1. Hranidbena vrijednost 100 g sirovog jestivog dijela krumpira

Hranjive tvari	Buturac (2016)			USDA (2018)
	Minimum	Maksimum	Prosjek	
	g			
Voda	65,4	80,6	72,7	80,1
Suha tvar	19,3	36,1	24,9	19,9
Ugljikohidrati				15,9
Škrob	11,6	28,7	18,2	
Šećeri	0,3	6,4	1,2	1,3
Celuloza	0,23	2,9	1,8	1,7
Bjelančevine	1,0	4,4	2,1	1,9
Masti				0,1
Pepeo	0,5	2,1	1,1	

Izvor: Buturac, 2016; https://ndb.nalusda.gov

Gomolj krumpira je jedan od najbogatijih izvora B kompleksa, vitamina B6, tiamina, niacina i pantotenske kiseline (Tablica 2.1.2.). Sirovi krumpir sadrži i značajnu količinu vitamina C, koja se smanjuje pri termičkoj obradi. Također, sadrži i esencijalne minerale (kalij, fosfor, magnezij, kalcij, željezo i cink) u zadovoljavajućim količinama.

Krumpir također sadrži različite fitotvari koje imaju antioksidacijsku aktivnost. U sadržaju Između tih važnih tvari koje unapređuju zdravlje su karotenoidi, flavonoidi i protein patatin koji pokazuju snažnu aktivnost protiv slobodnih radikala. Pripisuju mu se učinci snižavanja krvnog pritiska, poticanja aktivnosti središnjeg i perifernog živčanog sustava, zaštite krvožilnog sustava te prevencije od polipa i raka debelog crijeva (http://www.whfoods.com).

Tablica 2.1.2. Količina vitamina i minerala u 100 g sirovog jestivog dijela krumpira

Vitamini	mg
Vitamin E	0,01
Vitamin C	8,6
Vitamin B6	0,17
Tiamin	0,02
Riboflavin	0,03
Niacin	1,15
Pantotenska kiselina	0,30
Minerali	mg
Kalij	455,00
Kalcij	10,00
Fosfor	61,00
Magnezij	22,00
Željezo	0,73
Cink	0,33
Natrij	18,0

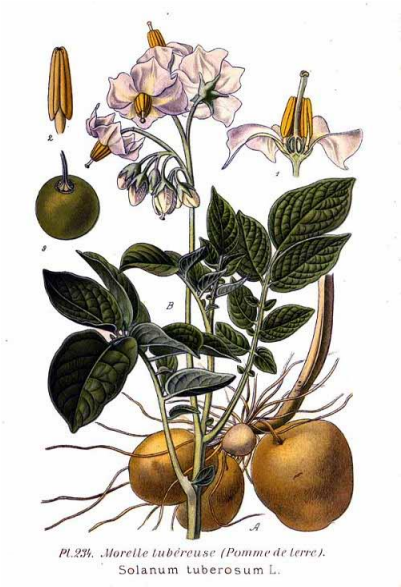
Izvor: https://ndb.nalusda.gov

2.2. MORFOLOŠKA SVOJSTVA KRUMPIRA

Biljka krumpira sastoji se od cime – nadzemne stabljike s listovima, cvjetovima i plodovima sa sjemenkama, stolona – podzemne stabljike, korijena i gomolja koji nastaju proširenjem vrha stolona (Slika 2.2.1.). U specifičnim uvjetima kao što je temperaturni šok, stolon izrasta iz tla kao izboj, odnosno, stabljika. Cijela je biljka krumpira, izuzev gomolja, otrovna jer sadrži otrovni alkaloid solanin (Buturac i Bolf, 2000).

Krumpir posjeduje plitak korjenov sustav i ubraja se u jednu od najosjetljivijih kultura na nedostatk vode u tlu. Korjenov sustav krumpira ne prelazi dubinu od 100 cm, čak i u dubljim ujednačenim tlima (Horvat, 2010).

Stabljike se razvijaju iz klica gomolja ili pravog sjemena. U nadzemnom dijelu stabljika je šuplja i uglata, pretežito zelene boje premda kod određenih sorti može biti i ljubičasta. U podzemnom dijelu stabljika je okruglog presjeka. Razlikuju se glavne stabljike koje rastu izravno iz matičnog sjemenskog gomolja i na kojima se formiraju stoloni, gomolji i korijenje te sekundarne ili bočne stabljike koje rastu iz glavnih stabljika ispod ili iznad zemlje. Stoloni su podzemne bočne stabljike čiji vrh nakon prve faze vegetativnog rasta cime zadebljava i počinje se razvijati u gomolj. Na glavnoj stabljici može se razviti nekoliko stolona, a svaka glavna stabljika može formirati po nekoliko gomolja (Buturac, 2016).



Slika 2.2.1. Biljka krumpira
(Izvor: https://www.val-znanje.com)

Razvoj krumpira odvija se u više razina: prva razina - glavna stabljika sa složenim listovima, druga razina - prve dvije bočne stabljike zajedno s provodnicom, treća razina - prva dva bočna ogranka prvih bočnih stabljika (Buturac, 2016).

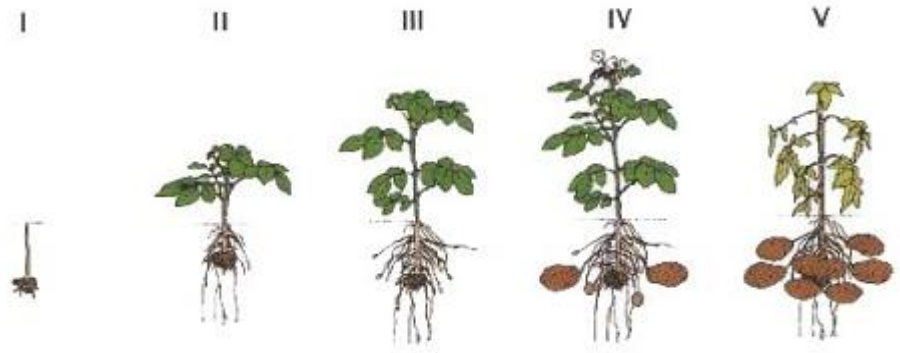
Gomolj kao modificirani dio podzemne stabljike (stolona) predstavlja glavni organ za pohranjivanje rezervnih tvari, pa služi za prezimljavanje i daljinu reprodukciju.

Pokožica gomolja kao vanjski sloj štiti gomolj od isušivanja i mikroorganizama. U Hrvatskoj prevladavaju sorte žute ili crvene boje pokožice. Meso gomolja (mekota), najčešće je bijele, krem bijele ili žute boje, također ovisno o sorti. Na gomolju se razlikuju pupčani dio i kruna. Pupčanim dijelom gomolj je pričvršćen za stolon, dok se na suprotnom kraju koncentriraju okca, odnosno, kruna gomolja. Okca sadrže pupove koji izrastaju u klice koja poslije izrasta u stabljiku, bočne stabljike te stolone.

Korijen krumpira je prilično plitak, dubine 40 do 50 centimetara, dok u rahlim i dubokim tlima može doseći dubinu do jednog metra. Korijen se razvija u podzemnom dijelu stabljike, a bočno se grana 25 do 45 centimetara. Najviše se razvija u fazi cvatnje, dok dozrijevanjem nasada polako odumire (Buturac, 2016).

Krumpir ima pet faza razvoja: nicanje, vegetativni rast, zametanje gomolja, nalijevanje gomolja i zrioba gomolja (Slika 2.2.2.). U fazi nicanja gomolj klije te klice izlaze na površinu tla, a na bazi klice razvija se korijenje. U fazi vegetativnog rasta razvijaju se vegetativni dijelovi biljke, odnosno, grane, lišće, korijenje te stoloni. U ovoj fazi započinje prirast zelene mase procesom fotosinteze. Treća faza je razdoblje tijekom kojeg se na stolonima zameću gomolji koji se neznatno povećavaju. Navedena faza traje oko dva tjedna. Četvrta faza nalijevanja gomolja uključuje povećanje gomolja koji postaju glavna lokacija za odlaganje

hranjiva, vode te ugljikohidrata. Gomolj na taj način dobiva na veličini i težini, a rast cime se tada smanjuje. Ova faza razvoja traje najdulje. U posljednjoj fazi zriobe cima postaje žuta te odumire. Gomoljima se smanjuje prirast i sadržaj šećera, dok suha tvar doseže svoj maksimum. U ovoj fazi pokožica gomolja očvršćuje.



Slika 2.2.2. Faze razvoja biljke krumpira
(Izvor: http://www.haifa-group.com)

Listovi krumpira su neparno perasti, a na stabljici su raspoređeni naizmjenično. Sastoje se iz peteljke te vršne i postranih liski cjelovitog ruba, između kojih se mogu razviti sekundarne, čak i tercijarne liske. Kao i stabljika, listovi su prekriveni finim dlačicama. Tijekom rasta nadzemnog dijela biljke, stari listovi s vremenom požute te otpadaju, a na vrhu se potom razvijaju novi, mlađi listovi. U listovima se odvijaju procesi disanja i fotosinteze uslijed koje nastaju ugljikohidrati koji se kasnije skladište u gomoljima.

Cvjetovi se razvijaju u rahlim paštitastim cvatovima, s bijelim, ljubičastim ili ružičastim laticama (Slika 2.2.3.). Obilnost cvjetova je jedna od sortnih karakteristika. Cvatnju stimuliraju dugi dan i umjerena temperatura zraka (Buturac, 2016).

Slika 2.2.3. Krumpir u cvatnji
(Izvor: https://www.plantea.com.hr)

Prema Buturac (2016) prerana cvatnja nedovoljno razvijenih biljaka krumpira posljedica je stresa uslijed nepovoljnih abiotskih čimenika. U povoljnim temperaturnim uvjetima nakon procesa oplodnje, razvijaju se plodovi (bobe) koji sadrže 100 do 200 sjemenki. Sitne, plosnate i ovalne sjemenke pretežito se koriste u oplemenjivanju, a rjeđe za izravnu sjetvu koja u odnosu na vegetativno razmnožavanje ima prednost s obzirom da se pravim sjemenim ne prenose ekonomski važni virusi.

2.3. ABIOTSKI ČIMBENICI FORMIRANJA GOMOLJA KRUMPIRA

Kako bi se sve faze razvoja krumpira odvijale na adekvatan način te ostvarili zadovoljavajući prinosi, potrebni su optimalni abiotski čimbenici (temperatura, sunčeva svjetlost, tlo, voda) tijekom vegetacijskog razdoblja.

2.3.1. Sunčeva svjetlost

Na razvoj krumpira utječe svjetlost te duljina dana. Krumpir je biljka dugog dana pa duljina dana utječe na tvorbu gomolja, a time i na ukupan prinos. Naime, intenzitet svjetla prilikom proizvodnog procesa utječe na prinos krumpira, kretanje šećera u biljci, pa tako i na visinu stabljike, ali i na sadržaj suhe tvari u gomolju. Za vrijeme povoljnih uvjeta dnevni prirast može biti čak i do 800 kg ha^{-1} dan^{-1}, dok pri idealnim čak 1000 kg ha^{-1} dan^{-1} (Butorac, 2016).

Kratki dan kod formiranja gomolja utječe na njihovo ranije oblikovanje i skraćenje procesa zriobe, što nepovoljno utječe na rast gomolja (Menzel, 1985).

2.3.2. Temperatura

Jedan od vrlo važnih ekoloških čimbenika uzgoja krumpira je temperatura. Naime, krumpir raste i razvija se na umjerenoj temperaturi. Rast klica gomolja započinje pri temperaturi tla od 6 do 7 °C, dok je optimalna temperatura tla za nicanje krumpira u rasponu 18 do 20 °C. Ukoliko prevladavaju navedeni povoljni uvjeti, krumpir će niknuti 10 do 12 dana nakon sadnje.

Za razvoj gomolja najpogodnija je temperatura u rasponu od 15 do 20 °C. Pri temperaturama koje su niže od 6 °C ili pak više od 23 °C, prestaje nalijevanje gomolja, dok formiranje gomolja prestaje pri temperaturi tla od 26 do 29 °C. Pri temperaturi od -1 °C dolazi do oštećenja biljke krumpira (Buturac i Bolf, 2000).

Navedeno potvrđuju Adamchuk i sur. (2016) prema kojem su optimalni uvjeti za formiranje stabljika i gomolj tempreture od 16 do 20 °C, dok temperature iznad 27 °C usporavaju rast gomolja.

2.3.3. Tlo

Krumpir ima iznimne zahtjeve za prozračnim, strukturiranim i dubokim tlom. Na lakim tlima zbog slabog vodnog kapaciteta krumpir trpi zbog suše, a na teškim tlima od nedovoljne aeracije korjena, dok pH vrijednost treba biti u rasponu od 5,5 do 6,5. Za sigurnu proizvodnju uz kvalitetnu pripremu tla potrebno je osigurati navodnjavanje. Oranje mora biti vrlo kvalitetno izvedeno, s obzirom da se ovim agrotehničkim zahvatom u tlo unose biljni ostaci, organska i mineralna gnojiva. Oranje se obavlja u jesensko-zimskom razdoblju, na dubini od 30 do 35 centimetara sa svrhom što boljeg promrzavanja tla i posljedično bolje strukture tla te akumuliranja zimske vlage. Nadalje, oranje se treba provesti pri optimalnoj vlažnosti, kako bi se tlo nakon okretanja brazde dobro mrvilo. Nakon oranja, tlo je za sadnju potrebno kvalitetno dubinski pripremiti rotodrljačom, kako bi se korijenovom sustavu omogućio neometan rast i razvoj, a nakon same tuberizacije i povoljan razvoj gomolja (Buturac, 2016).

2.3.4. Voda

U fazi formiranja gomolja voda je izuzetno važna. Naime, za vrijeme formiranja gomolja, odnosno, najintenzivnijeg rasta cime te rasta gomolja, vrlo je važno osigurati i dovoljne količine vode, dok primjerice u razdoblju nicanja nedostatak vode nema izravan utjecaj na planirani prinos krumpira.

Veličina lisne površine je bitna, jer o njoj ovisi fotosinteza, no brzo povećanje listova može djelovati na raspoloživost vode. Blagi nedostatak vode djeluje i na razvitak korjenova sustava. Odnosom korjen – izdanak upravlja funkcionalna ravnoteža između primanja vode i fotosinteze. Izdanak će rasti sve dok primanje vode korijenom postane ograničavajući čimbenik, a korijen će rasti tako dugo dok su zadovoljeni njegovi zahtjevi za produktima fotosinteze (Pevalek–Kozlina, 2003).

Krumpir je biljka umjereno vlažnog podneblja i pri nedostatku vode dolazi do smanjenja prinosa i kvalitete gomolja. U uvjetima sušnog ili prevlažnog perioda dolazi do formiranja sekundarnih gomolja na već razvijenima (primarnima) gomoljima ili njihovog prorastanja, deformacije i pucanja pri čemu se gubi značajan dio tržišne vrijednosti (Parađiković, 2002).

2.3.5. Hranjiva i gnojidba

Gnojidba je vrlo važan čimbenik kvalitete i visine prinosa krumpira koji dobro reagira na organsku i mineralnu gnojidbu, pa se u praksi preporuča njihova kombinacija. Krumpir je povrtna kultura koja ima izraženije potrebe za kalijem i dušikom, a nešto manje za fosforom. S obzirom da krumpir zahtijeva tlo slabo kisele reakcije, na kiselim tlima dobro reagira na primjerenu kalcizaciju. U tablici 2.3.5.1. prikazane su prosječno potrebne količine hranjiva u uzgoju krumpira.

Tablica 2.2.5.1. Potrebna hranjiva u uzgoju krumpira

Hranjivo	Rani krumpir	Kasni krumpir
	kg/ha	
Dušik	100 – 140	140 – 200
Fosfor	110 – 150	110 – 150
Kalij	160 – 260	200 – 350

Izvor: http://www.bilje.hr

U uzgoju krumpira vrlo je važna pravilna gnojidba dušikom. Prevelike doze dušika potiču rast cime čime se odgađa tvorba gomolja, dok nedostatak dušika smanjuje prinos. U pravilu se od ukupne potrebne količine dušika, 60% primjenjuje pred sadnju, dok se ostatak aplicira tjedan dana do najviše deset dana pred početak tvorbe gomolja. Problem nastaje u tome što klasična dušična gnojiva djeluju odjednom te su podložna brzom ispiranju, a poglavito na pješčanim tlima te uz obilne oborine i navodnjavanje. Na tlima koja su bogata organskom tvari javlja se problem da se tijekom hladnog razdoblja oslobađanje dušika iz uobičajenih dušičnih gnojiva događa usporeno i nedovoljno (Buturac, 2016).

2.4. SKLOP I KOLIČINA SJEMENSKOG KRUMPIRA

Sjemenski krumpir mora biti određene kategorije, poznatog porijekla, deklariran i s fitosanitarnim odobrenjem za korištenje sadnog materijala. Gomolji sjemenskog krumpira trebaju biti ujednačene veličine i oblika, bez deformacija i oštećenja.

Sklop u nasadu krumpira se temelji na broju sadnih gomolja po jedinici površine, međutim, sastavnicu prinosa čini broj formiranih glavnih stabljika po jedinici površine koje pokazuju stvarni sklop. Kao optimalan sklop za većinu sorti krumpira Buturac (2016) navodi 15 glavnih stabljika po m^2.

Prema Buturac i Bolf (1995) količina sjemenskog krumpira po jedinici površine ovisi o više čimbenika, pa znatno varira. U tablici 2.4.1. prikazan je broj sadnih gomolja potreban za ostvarenje sklopa od 15 glavnih stabljika/m^2 obzirom na krupnoću i masu sadnog gomolja.

Tablica 2.4.1. Potreban broj sadnih gomolja za sklop od 15 glavnih stabljika po m^2

Veličina sadnog gomolja (mm)	Masa sadnog gomolja (g)	Procjena broja stabljika po gomolju	Broj sadnih gomolja po ha
28 – 35	25	2	60 000
35 – 45	50	4	38 000
45 – 55	90	5	30 000

Izvor: Buturac i Bolf, 1995.

Potrebna količina sjemenskog krumpira po jedinici površine ovisna o veličini sadnog gomolja i odgovarajući razmaci sadnje prikazani su u tablici 2.4.1. Veličina sadnog gomolja, uz tip, pripremljenost i vlažnost tla, također utječe na dubinu sadnje koja ne smije biti veća od 7 cm. Gustoća sadnje utječe na veličinu i kvalitetu gomolja. Pregust sklop može imati negativan učinak na zdravstveno stanje usjeva. Za prosječan sklop od 40 000 sadnih gomolja/ha kod većine sorata, uobičajen je razmak sadnje 70 cm između redova i 35 cm u redu.

Tablica 2.4.1. Potrebna količina sadnih gomolja obzirom na veličinu sadnog gomolja i razmak sadnje

Veličina sadnog gomolja (mm)	Količina sadnog gomolja (kg/ha)	Razmaci između redova (cm)		
		60	70	80
		Razmaci u redu (cm)		
28 – 35	1500	28	24	21
35 – 45	1900	44	38	33
45 – 55	2700	55	48	42

Izvor: Buturac i Bolf, 1995.

2.5. MALČIRANJE TLA

Malčiranje je postupak zastiranja ili prekrivanja tla koje se obrađuje. U tu svrhu koriste se polimerni i organski materijali, a malčiranje predstavlja simulaciju prirodnog okoliša u kojem tlo nije nepokriveno kao što je slučaj u konvencionalnoj poljoprivrednoj proizvodnji.

Najvažniji pozitivni učinci malčiranja tla su: poboljšanje fizikalno-kemijskih značajki tla, ranozrelost i povećanje prinosa, smanjena evapotranspiracija i ispiranje hraniva, posebice dušika, veća iskoristivost vode za navodnjavanje i hranjiva, smanjena pojava korova i zbijanje tla te bolja kontrola nekih štetočinja (Abdul-Baki i sur., 1992; Teasdale i Abdul-Baki, 1995; Lamont, 2005).

Utjecaj polimernih i biljnih malčeva na rast i razvoj povrtnih kultura, promatra se kroz modifikaciju mikroklimatskog okruženja biljke (Lamont, 2005). Temperatura tla u zoni korijena je najvažniji čimbenik mikroklimatskog okruženja koji najviše utječe na rast i razvoj biljke zbog pokretanja svih fizioloških procesa korijena (Díaz-Pérez, 2009).

Uslijed povišene temperature tla, malčiranje pozitivno utječe na prinos zbog veće lisne površine, relativne stope rasta i intenziteta fotosinteze usjeva (Ibarra i sur., 2001; Ruíz-Machuca i sur., 2014).

Malčiranje površine tla efikasno sprečava pojavu korova. Ako se u tu svrhu koriste organski materijali kao što su slama, kora i kompostirani komunalni zeleni otpad, za djelotvornu

kontrolu korova potrebno je osigurati dostatnu količinu organskog materijala (Merwin i sur., 1995). Slama kao organski malč ima prednosti jer je biorazgradiva, ali razgradnja može rezultirati privremenim smanjenjem mineralnog dušika u tlu. Fitotoksini oslobođeni pri razgradnji organskog malča mogu spriječiti rast ne samo korova nego i uzgajane kulture (Wallace i Bellinder, 1992).

Malčiranje također doprinosi održavanju stabilne vlažnosti tla, posebice u površinskom sloju što je između ostalog važno zbog razgradnje organskih materijala od strane mikroorganizama u tlu (Hood, 2001).

U proizvodnji ranog krumpira slama je materijal koji se odavno koristi za malčiranje tla. Primjenjuje se tehnika polaganja naklijalog gomolja na površinu tla uz prekrivanje slojem slame debljine 10 do 15 cm. Slama se vlaži prema potrebi, a kada najviši izdanak dosegne 10 do 15 cm iznad površine malča, dodaje se novi sloj slame, tako da vegetacijski vrh biljke krumpira ostaje nepokriven. Prekrivanje se ponavlja dva do tri puta uz vlaženje vodom ili maceratom koprive ili gaveza. Pri ovakvom postupku uzgoja mladog krumpira, tjedan dana nakon cvatnje, krumpir je spreman za vađenje. Nije potrebno čupati cijelu biljku, nego samo razgrnuti slamu te povaditi veće gomolje. Nakon toga slama se ponovno nagrne na biljke kako bi se omogućio nastavak rasta ostavljenih manjih gomolja. Posušena cima znak je završetka životnog ciklusa krumpira, pa se tjedan dana kasnije vade i preostali gomolji. Slama se zaorava radi obogaćivanja tla organskom tvari (http://organskocarstvo.blogspot.com). Dovoljno visoki sloj slame omogućuje zadržavanje dostatne vlažnost tla, pa se rezanje gomolja ne smije primjenjivati u ovom načinu uzgoja (Razzaque i sur., 2009).

2.6. IZRAVNO PREKRIVANJE AGOTEKSTILOM

Agrotekstil je materijal sastavljen od tankih polipropilenskih vlakana dobivenih tehnikom valjanja koji ima veliki broj mikropora. Struktura mikropora omogućava optimalnu propusnost za vodu, svjetlo i zrak, dok istovremeno osigurava zagrijavanje zraka i sprječavanje nepotrebnog isparavanja vode. Na ovaj se način stvara mikroklima koja pogoduje bržem rastu i nesmetanom razvoju biljaka. Agrotekstil se može koristiti za izravno prekrivanje presadnica nakon sadnje, tla nakon obavljene sjetve ili prekrivanje biljaka u različitim razvojnim fazama u cilju zaštite od niskih temperatura zraka (https://www.agroklub.com).

Izravno prekrivanje usjeva agrotekstilom smanjuje evaporaciju i gubitak topline noću što rezultira boljim rastom biljaka. Viša temperatura tla i zraka ispod materijala za izravno prekrivanje osigurava bolje uvjete za uzgajanu kulturu odmah nakon sjetve ili sadnje i omogućava biljkama da proizvedu veću nadzemnu masu (Wadas i sur., 2009).

Zadržavanjem vode u mikroporama agrotekstila, pri padu temperature stvara se tanak sloj kondenzata koji sprječava da se ispod paučinaste tkanine temperatura zraka dalje snižava. Ispod agrotekstila tlo se danju manje zagrijava, a noću sporije hladi, čime su u znatnijoj mjeri umanjena štetna djelovanja ekstremnih temperaturnih kolebanja. Također, agrotekstil štiti

biljke od mehaničkih oštećenja uslijed jače kiše, slabije tuče i vjetra, a vrlo je efikasna barijera koja štiti usjev od štetnika (https://www.agroportal.hr).

Pozitivan učinak izravnog prekrivanja agrotekstilom potvrdili su Hamouz i sur. (2005) u istraživanju uzgoja mladog krumpira ostvarenim višim prinosom u odnosu na nepokriveni usjev. Autori navode da je pozitivan učinak agrotekstila na rast i razvoj krumpira bio izraženiji pri nepovoljnijim okolišnim uvjetima u početnoj fazi razvoja.

Prema Ban i sur. (2011), Sale (1979) te Nishibe i sur. (1989) navode da su temperature tla i zraka u prvoj polovici vegetacijskog razdoblja krumpira glavni ograničavajući čimbenici rane proizvodnje. Nadalje Ban i sur. (2011) potvrđuju pozitivan učinak primjene agrotekstila u proizvodnji ranog krumpira na području Istre. Prekrivanje agrotekstilom značajno je povećalo prinos tržmih gomolja, gomolja većih od 80 mm i ukupan prinos mladog krumpira. Prekrivanje usjeva agrotekstilom povećalo je tržni prinos (34,9 t/ha) za 10,6 % u odnosu na nepokriveni usjev (31,2 t/ha). Prekrivanje agrotekstilom značajno je skratilo razdoblje od sadnje do nicanja za 6 dana. Tri tjedna nakon nicanja biljke ispod agrotekstila imale su značajno veću visinu najvišeg izdanka (29,8 cm), broj izdanaka po matičnom gomolju (3,0) i broj listova najdužeg izdanka (10,3) u odnosu na nepokriveni usjev (11,6 cm, 2,6 i 6,1).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. POSTAVLJANJE I PROVEDBA POKUSA

Poljski pokus radi istraživanja učinka sorte i tehnologije uzgoja na rast i gospodarska svojstva krumpira proveden je u negrijanom zaštićenom prostoru (visoki tunel) u Mraclinu kraj Velike Gorice na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Galeković, tijekom 2017. godine. Dvofaktorijalni poljski pokus postavljen je po metodi slučajnog bloknog rasporeda u tri ponavljanja (Slika 3.1.1.). Prvi faktor pokusa predstavljala je sorta u dvije stepenice, odnosno, u pokus su bile uključene dvije sorte krumpira: 'Marabel' (M) i 'Red Scarlet' (R). Drugi faktor bila je tehnologija uzgoja u četiri stepenice, odnosno, u pokus su bile uključene tehnike koje osiguravaju zagrijavanje tla: organski malč – slama (S), izravno prekrivanje agrotekstilom (A), kombinacija malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom (SA) i nepokriveno tlo (NT) kao kontrolni tretman.

Slika 3.1.1. Poljski pokus nakon sadnje krumpira, Mraclin, 7.3.2017.

Foto: B. Galeković, 2017.

U poljskom pokusu korišten je agrotekstil 'Lutrasil Termoselct 17' tvrtke (SOFT N.W. S.p.A., Italy). Prije sadnje provedena je kemijska analiza tla u laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Uzorci tla uzimani su sa dubine od 0 – 30 cm, na deset pozicija zaštićenog prostora te je postupkom četvrtanja dobiven reprezentativan uzorak za analizu (Slika 3.1.2.).

Slika 3.1.2. Priprema uzorka tla za kemijsku analizu postupkom četvrtanja

Foto: B. Galeković

Iz rezultata kemijske analize tla razvidno je da se radi u tlu slabo kisele reakcije koja je pogodna za uzgoj krumpira. Tlo je slabo humusno i slabo opskrbljeno ukupnim dušikom, dok je opskrbljenost tla biljci pristupačnim fosforom i kalijem umjerena. Obzirom na rezultate anlaize predložena je osnovna gnojidba tla sa 800 kg/ha NPK 7-20-30, što je za površinu zaštićenog prostora od 100 m^2 u kojem se provodio pokus iznosilo 8 kg NPK 7-20-30.

Sadni gomolji su bili veličine 28-35 mm. Sadnja je obavljena 7. ožujka 2017. godine na razmak između redova 60 cm i razmak u redu 30 cm, čime je postignut sklop od 5,5 sadnih gomolja/m^2, pa je na osnovnim parcelama površine 1,8 m^2 bilo posađeno po 10 sadnih gomolja (2 reda po 5 gomolja). Dubina sadnje bila je 5 cm. U pokusu je korišten sustav navodnjavanja kapanjem kako bi se biljkama osigurala potrebna količina vode za rast i razvoj, s obzirom da se radilo o uzgoju u zaštićenom prostoru (Slika 3.1.3.).

Tijekom provedbe poljskog pokusa, mjere njege obuhvaćale su navodnjavanje prema potrebi, prihranu otopinom UREE (100 kg/ha, odnosno, 1 kg/100 m^2 pokusne površine) te nagrtanje biljaka na nepokrivenim parcelama te parcelama prekrivenim agrotekstilom.

Od sadnje do berbe praćena je dnevna minimalna i maksimalna temperatura zraka u visini usjeva iznad nepokrivenog tla i iznad malča od slame, ispod agrotekstila te ispod agotekstila, a iznad malča od slame. Bilježeno je nicanje, a tijekom travnja i svibnja jednom tjedno (sedam puta) na tri biljke svake osnovne parcele promatrani su pokazatelji rasta: visina najdužeg izdanka, broj izdanaka po matičnom gomolju i broj listova najdužeg izdanka. Temeljem prikupljenih podataka utvrđena je relativna stopa rasta (RSR) za visinu i listove najdužeg izdanka. Tijekom berbe (Slika 3.1.4.) koja je obavljena 2.6.2017. odvojeni su i izvagani tržni (promjer 30 do 80 mm) i netržni gomolji (promjer > od 80 mm i < od 30 mm; bolesni i oštećeni) svake obračunske parcele, temeljem čega su utvrđeni tržni i netržni prinos, a zatim i udio tržnog i netržnog prinosa u ukupnom prinosu.

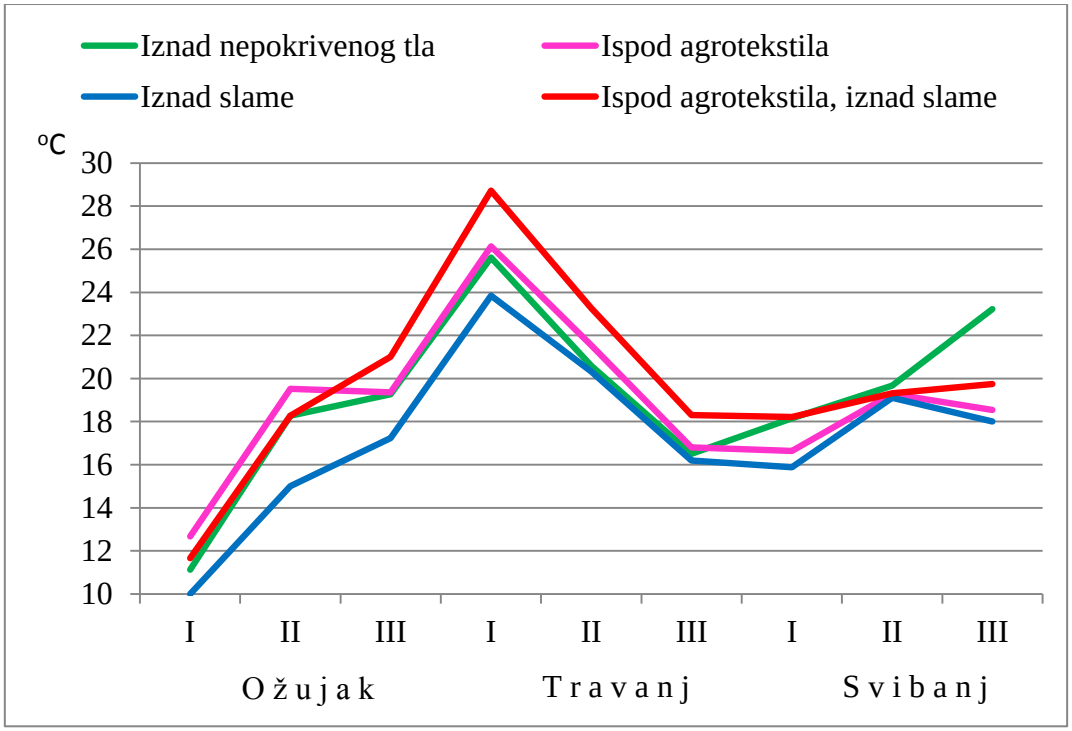
Slika 3.1.3. Priprema pokusa za sadnju krumpira
Izvor: B. Galeković

Slika 3.1.4. Gomolji krumpira sorte 'Marabel' pred berbu
Izvor: B. Galeković

Rezultati istraživanja statistički su obrađeni u programskom paketu SAS, verzija 9.3 (SAS, 2010). Rezultati su podvrgnuti jednosmjernoj analizi varijance (ANOVA). Srednje vrijednosti uspoređene su t-testom (LSD) na razini signifikantnosti $p \leq 0,05$.

3.2. TEMPERATURNI UVJETI TIJEKOM PROVEDBE POKUSA

Tijekom provedbe pokusa praćena je minimalna i maksimalna dnevna temperatura zraka iznad nepokrivenog tla, iznad slamnatog malča, ispod agrotekstila te iznad slamnatog malča, a ispod agrotekstila. Minimalna i maksimalna dnevna temperatura zraka mjerena je svakodnevno od drugog dana sadnje, odnosno, 8. ožujka do 31. svibnja, a podaci su korišteni za izračun srednje dnevne temperature za navedeno razdoblje. Hodogram dekadnih vrijednosti srednje dnevne temperature zraka s obzirom na tehnologiju uzgoja prikazan je u grafikonu 3.2.1.



Grafikon 3.2.1. Dekadne vrijednosti srednje dnevne temperature zraka tijekom uzgoja krumpira u visokom tunelu obzirom na tehnologiju uzgoja, Mraclin, 2017.

Iz grafikona 3.2.1. vidljivo je da su najniže dekadne vrijednosti srednje dnevne temperature tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja bile iznad malča od slame, u rasponu od 10 °C u prvoj dekadi ožujka do 24 °C u prvoj dekadi travnja kada su i ostali tretmani ostvarili najviše dekadne vrijednosti (28,7 °C ispod agrotekstila-iznad slame, 26,1 ispod agrotekstila i 25,9 °C iznad nepokrivenog tla). U prve dvije dekade ožujka najveća dekadna vrijednost srednje dnevne temperature zraka ostvarena je ispod agrotekstila, a zatim u sljedećih pet dekada (od

treće dekade ožujka do prve dekade svibnja) ispod agrila – iznad malča od slame. U posljednje dvije dekade vegetacijskog razdoblja krumpira, drugoj i trećoj dekadi svibnja, najveća dekadna vrijednost srednje dnevne temperature zabilježena je iznad nepokrivenog tla. Obzirom na tehnologiju uzgoja prosječna srednja dnevna temperatura zraka tijekom vegetacijskog razdoblja bila je 17,9 °C iznad malča od slame, 19,5 °C ispod agrotekstila, 19,9 °C iznad nepokrivenog tla i 20,52 °C iznad malča od slame i ispod agrotekstila (podaci nisu prikazani).

U grafikonu 3.2.1. također je uočljiv nagli pad temperature zraka u drugoj polovini mjeseca travnja kao posljedica nekoliko iznimno hladnih noći, čak i s mrazom (noć 23. na 24. travnja). U takvim okolnostima, radi zaštite usjeva usjev krumpira na svim parcelama zaštićen je agrotekstilom radi zaštite od mogućeg smrzavanja. Također, u noći kada se očekivao mraz u zaštićenom prostoru postavljeni su lampioni, međutim, ipak je mraz uzrokovao manja oštećenja vršnih listova biljaka (Slika3.2.1.).

Slika 3.2.1. Oštećenja listova krumpira od mraza
Izvor: B. Galeković

4. REZULTATI I RASPRAVA

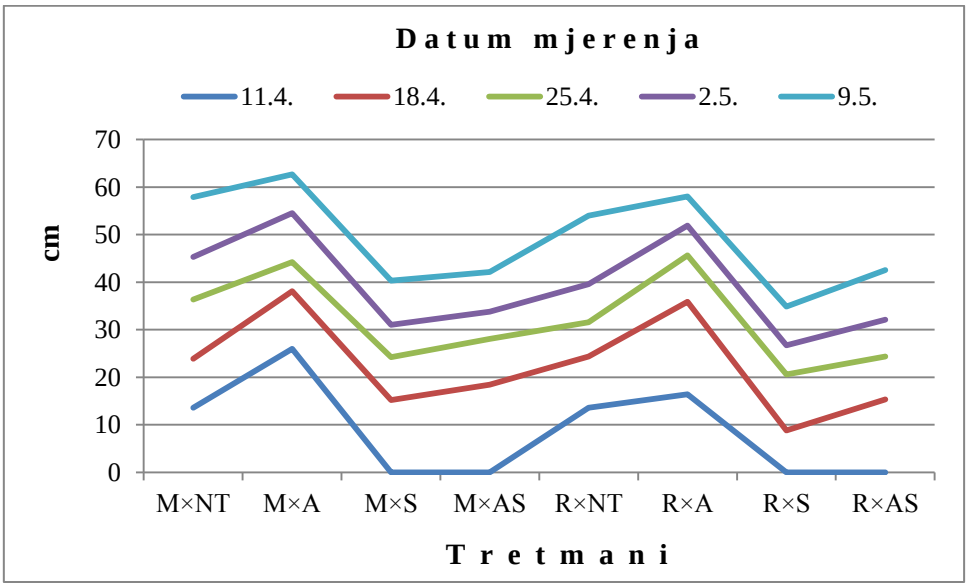
4.1. POKAZATELJI RASTA KRUMPIRA

4.1.1. Nicanje krumpira

Nicanje je zabilježeno 8. travnja 2017., odnosno, 32 dana nakon sadnje, na svim tretmanima s nepokrivenim tlom i izravnim prekrivanjem agrotekstilom. Na tretmanima s malčem od slame te kombinacijom izravnog prekrivanja agrotekstilom i malčiranja slamom, nicanje je zabilježeno 15. travnja, odnosno, 39 dana nakon sadnje i 7 dana kasnije u odnosu na ostale tretmane. Fenološka faza sadnja-nicanje bila je kraća nego u istraživanju uzgoja ranog krumpira na otvorenom u Istri u kojem Ban i sur. (2011) navode razdoblje od 47 do 50 dana, ovisno o sorti i tehnologiji uzgoja. Navedena razlika u dužini fenološke faze rezultat je ranije sadnje, u prvoj polovini veljače i uzgoja na otvorenom.

4.1.2. Visina najvišeg izdanka krumpira

U grafikonu 4.1.2.1. vidljiva je pravilnost u utjecaju istraživanih faktora na visinu najvišeg izdanka krumpira u pet mjerenja provedenih tijekom 28 dana, u razdoblju od 11. travnja do 9. svibnja 2017., nakon čega je nastupio prestanak rasta izdanaka u visinu.



Grafikon 4.1.2.1. Visina najdužeg izdanka krumpira obzirom na sortu, tehnologiju uzgoja i starost biljke, Mraclin, 2017.

Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorta 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

U svih pet mjerenja najveću, podjednaku visinu najvišeg izdanka imale su kombinacije obje sorte s izravnim prekrivanjem agrotekstilom, a zatim i s nepokrivenim tlom. Također, u svih pet mjerenja najmanju visinu najdužeg izdanka imale su kombinacije obje sorte i malča od slame, dok su nešto veće vrijednosti ovog svojstva imale obje sorte na malču od slame uz izravno prekrivanje.

Pri prvom mjerenju (11.4.2017.) kombinacije obje sorte i tehnologija uzgoja na slami te slami uz izravno prekrivanje tekstilom nisu imale niknulih biljaka, pa statističku analizu nije bilo moguće provesti (Tablica 4.1.2.1.). Nadalje uočava se da je tri dana nakon nicanja sorta 'Marabel' imala 4,8 cm veću dužinu najdužeg izdanka od sorte 'Red Scarlet' te da su biljke, bez obzira na sortu, ispod agrotekstila imale 7,6 cm duži najduži izdanak u odnosu na biljke uzgajane na napokrivenom tlu. Relativno najduži izdanak krumpira zabilježen je pri kombinacijama agrotekstila s obje sorte, 'Marabel' (26,0 cm) i 'Red Scarlet' (16,4 cm), dok je nepokriveno tlo kod obje sorte rezultiralo kraćim najdužim izdankom (13,6 cm).

Drugo mjerenje (18.4.2017.) najdužeg izdanka krumpira obuhvatilo je biljke na svim parcelama, obzirom da je nicanje pri kombinacijama obje sorte i tehnologija uzgoja na slami te slami uz izravno prekrivanje tekstilom zabilježeno 15.4.2017. Iz tablice 4.1.2.1. vidljiv je značajan utjecaj tehnologije uzgoja na dužinu najdužeg izdanka krumpira, dok sorta i interakcija istraživanih faktora nisu opravdano utjecale na ovo svojstvo pri drugom mjerenju (10 i 3 dana nakon nicanja). Najduži izdanak krumpira ostvaren je na biljkama uzgajanim ispod agrotekstila (36,98 cm), statistički značajno duži u odnosu na ostale istraživane tehnologije. Opravdano kraći najduži izdanak ostvarile su biljke krumpira uzgajane na nepokrivenom tlu (24,11 cm), dok su tehnologije uzgoja na slami te kombinaciji slame i agrotekstila rezultirale statistički jednakim, najkraćim najdužim izdankom (14,10 i 16,88 cm). Relativno duži najduži izdanak imala je sorta 'Marabel' (23,90 cm) u odnosu na sortu 'Red Scarlet' (22,13 cm). Relativno najduži izdanak krumpira zabilježen je pri kombinacijama agrotekstila s obje sorte, 'Marabel' (38,10 cm) i 'Red Scarlet' (35,87 cm), dok je relativno najkraći najduži izdanak zabilježen na malču od slame kod obje sorte ('Marabel' 15,23 cm i 'Red Scarlet' 12,97 cm).

Pri trećem mjerenju (25.4.2017., odnosno, 17 i 10 dana nakon nicanja) uočava se opravdan utjecaj sorte i tehnologije uzgoja na dužinu najdužeg izdanka krumpira, dok interakcija istraživanih faktora nije opravdano utjecala na ovo svojstvo (Tablica 4.1.2.1.). Obzirom na sortu, značajno duži najduži izdanak imala je sorta 'Marabel' (33,23 cm) u odnosu na sortu 'Red Scarlet' (30,53 cm). Obzirom na tehnologiju uzgoja, najduži izdanak krumpira ostvaren je na biljkama uzgajanim ispod agrotekstila (44,95 cm), statistički značajno duži u odnosu na ostale istraživane tehnologije. Opravdano kraći najduži izdanak ostvarile su biljke krumpira uzgajane na nepokrivenom tlu (33,97 cm), dok su tehnologije uzgoja na slami te kombinaciji slame i agrotekstila rezultirale statistički jednakim, najkraćim najdužim izdankom (22,38 i 26,22 cm). Relativno najduži izdanak krumpira zabilježen je pri kombinacijama agrotekstila s obje sorte, 'Red Scarlet' (45,67 cm) i 'Marabel' (44,23 cm), dok je relativno najkraći najduži izdanak zabilježen na malču od slame kod obje sorte ('Marabel' 24,20 cm i 'Red Scarlet' 20,56 cm).

Tablica 4.1.2.1. Učinak sorte i tehnologije uzgoja na visinu (cm) najdužeg izdanka tijekom pet tjedana nakon nicanja krumpira, Mraclin, 2017.

Tretman	Datum mjerenja				
	11.4.	18.4.	25.4.	2.5.	9.5.
Sorta					
M	19,8	23,90	33,23 a	41,16 a	50,76 a
R	15,0	22,13	30,53 b	37,65 b	47,36 b
Tehnologija					
NT	13,6	24,11 B	33,97 B	42,43 B	55,95 A
A	21,2	36,98 A	44,95 A	53,22 A	60,33 A
S	0	14,10 C	22,38 C	29,00 C	37,62 B
AS	0	16,88 C	26,22 C	32,97 C	42,33 B
Interakcija					
M×NT	13,6	23,87	36,37	45,30	57,90
M×A	26,0	38,10	44,23	54,53	62,67
M×S	0	15,23	24,2	31,00	40,33
M×AS	0	18,43	28,10	33,80	42,13
R×NS	13,6	24,37	31,57	39,57	54,00
R×A	16,4	35,87	45,67	51,90	58,00
R×S	0	12,97	20,56	27,00	34,90
R×AS	0	15,33	24,33	32,13	42,53

Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima u istoj koloni, označavaju da se značajno razlikuju prema LSD testu (a) $p \leq 0,05$ i (A) $p \leq 0,01$

Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorta 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

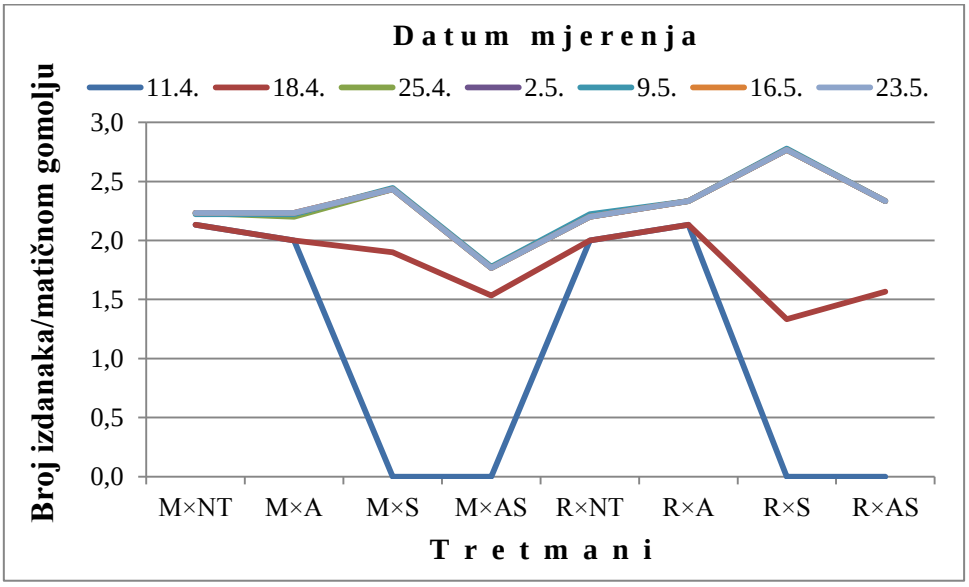
Pri četvrtom mjerenju (2.5.2017., odnosno, 24 i 17 dana nakon nicanja), identično kao pri trećem mjerenju, uočava se opravdan utjecaj sorte i tehnologije uzgoja na dužinu najdužeg izdanka krumpira, dok interakcija istraživanih faktora nije opravdano utjecala na ovo svojstvo (Tablica 4.1.2.1.). Sorta 'Marabel' imala je značajno duži najduži izdanak (41,16 cm) od sorte 'Red Scarlet' (37,65 cm). Kao i pri prethodnim mjerenjima, u odnosu na ostale istraživane tehnologije opravdano najduži izdanak krumpira ostvaren je na biljkama uzgajanim ispod agrotekstila (53,22 cm). Statistički značajno kraći najduži izdanak ostvarile su biljke krumpira uzgajane na nepokrivenom tlu (42,43 cm), dok su tehnologije uzgoja na slami te kombinaciji slame i agrotekstila rezultirale statistički jednakim, najkraćim najdužim izdankom (29,00 i 32,97 cm). Relativno najduži izdanak krumpira zabilježen je pri kombinacijama agrotekstila s obje sorte, 'Marabel' (54,53 cm) i 'Red Scarlet' (51,90 cm), dok je relativno najkraći najduži izdanak zabilježen na malču od slame kod obje sorte ('Marabel' 31,00 cm i 'Red Scarlet' 27,00 cm). Ostvarena dužina najdužeg izdanka krumpira tri tjedna nakon nicanja, u odnosu na rezultate istraživanja Ban i sur. (2011) bila je veća 44 % ispod agrotekstila te 73 % na nepokrivenom tlu, obzirom da u poljskom pokusu uzgoja krumpira u ranom roku sadnje na

otvorenom na području Istre autori navode sljedeće vrijednosti: 29,8 cm ispod agrotekstila i 11,6 cm na nepokrivenom tlu.

Pri petom mjerenju (9.5.2017., odnosno, 31 i 24 dana nakon nicanja), identično kao pri trećem i četvrtom mjerenju, uočava se opravdan utjecaj sorte i tehnologije uzgoja na dužinu najdužeg izdanka krumpira, dok interakcija istraživanih faktora nije opravdano utjecala na ovo svojstvo (Tablica 4.1.2.1.). Sorta 'Marabel' imala je značajno duži najduži izdanak (50,76 cm) od sorte 'Red Scarlet' (47,36 cm). Za razliku od prethodnih mjerenja, uz tehnologiju uzgoja ispod agrotekstila (60,33 cm), statistički jednak najduži izdanak krumpira ostvaren je u uzgoju na napokrivenom tlu (55,95 cm).Tehnologije uzgoja na slami te kombinaciji slame i agrotekstila i u petom mjerenju su rezultirale statistički jednakim, najkraćim najdužim izdankom (29,00 i 32,97 cm). Relativno najduži izdanak krumpira zabilježen je pri kombinacijama agrotekstila s obje sorte, 'Marabel' (62,67 cm) i 'Red Scarlet' (58,00 cm), dok je relativno najkraći najduži izdanak zabilježen na malču od slame kod obje sorte ('Marabel' 40,33 cm i 'Red Scarlet' 34,90 cm).

4.1.3. Broj izdanaka matičnog gomolja krumpira

U grafikonu 4.1.3.1. vidljiv je utjecaj istraživanih faktora na broj izdanka matičnog gomolja krumpira u sedam mjerenja provedenih tijekom 42 dana, u razdoblju od 11. travnja do 23. svibnja 2017.



Grafikon 4.1.3.1. Broj izdanaka matičnog gomolja krumpira obzirom na sortu, tehnologiju uzgoja i starost biljke, Mraclin, 2017.

Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorta 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

Prvo mjerenje (11.4.2017.) obavljeno je na kombinacijama obje sorte i uzgoja s prekrivanjem agrotekstilom i na nepokrivenom tlu, obzirom da je nicanje biljaka na slami te slami uz izravno prekrivanje agrotekstilom zabilježeno naknadno, 15.4.2017. Pri prvom mjerenju, tri dana nakon nicanja, matični gomolji krumpira iz kombinacija obje sorte i agrotekstila te nepokrivenog tla, imali su 2,0 do 2,1 izdanak, što je zadržano i tjedan dana kasnije, odnosno, pri drugom mjerenju. Kombinacije obje sorte i malča od slame te malča od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom tek su u drugom mjerenju imale od 1,3 do 1,9 izdanaka po matičnom gomolju.

Broj izdanaka po matičnom gomolju postignut pri trećem mjerenju 25.4.2017., pri daljnjim mjerenjima ostaje nepromijenjen. Navedeno ukazuje da je formiranje izdanaka na matičnim gomoljima završilo 17 dana nakon nicanja kod kombinacija koje su uključivale izravno prekrivanje i nepokriveno tlo, odnosno, 10 dana nakon nicanja kod kombincaija koje su uključivale malč od slame te malč od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom.

Iz tablice 4.1.3.1. vidljivo je da istraživani faktori i njihova interakcija nisu značajno utjecali na broj izdanka matičnog gomolja krumpira.

Tablica 4.1.3.1. Učinak sorte i tehnologije uzgoja na broj izdanka matičnog gomolja krumpira tijekom četiri tjedna nakon nicanja, Mraclin, 2017.

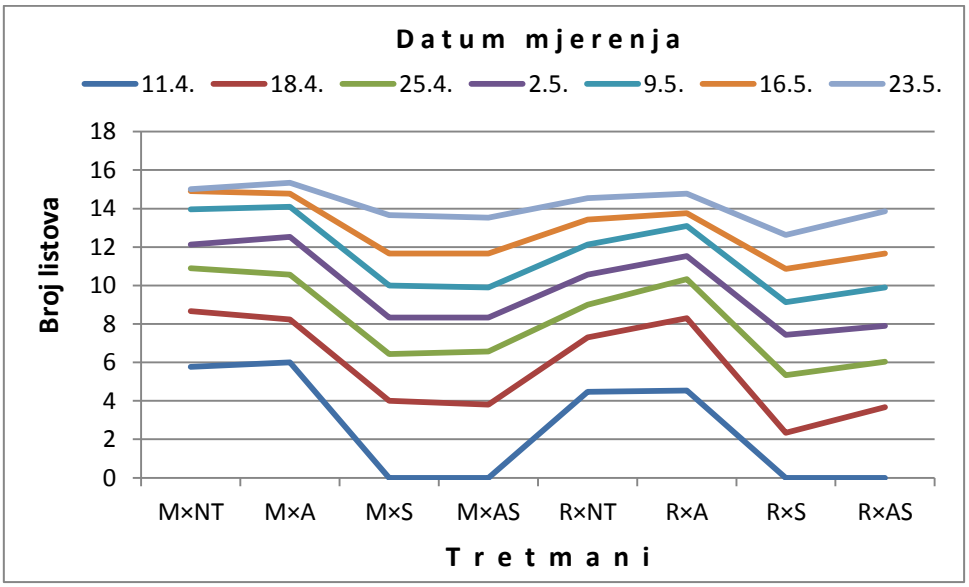
Tretman	Datum mjerenja			
	11.4.	18.4.	25.4.	2.5.
Sorta				
M	1,9	1,9	2,2	2,2
R	1,9	1,9	2,4	2,4
Tehnologija				
NT	2,1	2,1	2,2	2,2
A	2,1	2,1	2,3	2,3
S	0	1,8	2,6	2,6
AS	0	1,6	2,1	2,1
Interakcija				
M×NT	2,1	2,1	2,2	2,2
M×A	2,00	2,0	2,3	2,3
M×S	0	1,9	2,4	2,4
M×AS	0	1,5	1,8	1,8
R×NS	2,0	2,0	2,2	2,2
R×A	2,1	2,1	2,3	2,3
R×S	0	1,8	2,8	2,8
R×AS	0	1,6	2,3	2,3

Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorta 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

Obzirom na konstantan broj izdanaka po matičnom gomolju od trećeg mjerenja nadalje, u tablici 4.1.3.1., prikazane su vrijednosti za prva četiri mjerenja. Sorte su pri svim mjerenjima pokazale ujednačenost u broju izdanaka po matičnom gomolju, od 1,9 pri prvom mjerenju do 2,2-2,4 pri trećem i narednim mjerenjima. Obzirom na tehnologiju uzgoja, od trećeg mjerenja nadalje, najveći broj izdanaka ostvarili su matični gomolji krumpira na malču od slame (2,6), a najmanji na malču od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom (2,1). Najveći broj izdanaka po matičnom gomolju imala je kombinacija sorte 'Red Scarlet' i malča od slame (2,8), dok je najmanje izdanaka po matičnom gomolju imala kombinacija sorte 'Marabel' i malča od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom (1,8).

4.1.4. Broj listova najdužeg izdanka

U grafikonu 4.1.4.1. vidljiva je velika pravilnost u utjecaju istraživanih faktora na broj listova najdužeg izdanka krumpira u sedam mjerenja provedenih tijekom 42 dana, u razdoblju od 11. travnja do 23. svibnja 2017.



Grafikon 4.1.4.1. Broj listova najdužeg izdanka krumpira obzirom na sortu, tehnologiju uzgoja i starost biljke, Mraclin, 2017.

Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorta 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

Pri svih sedam mjerenja, obje sorte ostvarile su najveći broj listova najdužeg izdanka na nepokrivenom tlu i ispod agrotekstila, a najmanji na malču od slame i pri kombinaciji malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom. Raspon u broju listova najdužeg izdanka između istraživanih kombinacija bio je najveći prilikom prvog mjerenja, od 0 listova kod

kombinacije obje sorte s malčem od slame te malčem od slame s izravnim prekrivanjem do 6 listova kod kombinacije sorte 'Marabel' i agrotekstila. Pri sedmom mjerenju raspon u broju listova je smanjen, od 12,6 listova kod kombinacije obje sorte s malčem od slame te malčem od slame s izravnim prekrivanjem do 15,3 listova kod kombinacije sorte 'Marabel' i agrotekstila.

Pri prvom mjerenju (11.4.2017.) kombinacije obje sorte i tehnologija uzgoja na slami te slami uz izravno prekrivanje agrotekstilom nisu imale niknulih biljaka, pa statističku analizu za broj listova najdužeg izdanka nije bilo moguće provesti (Tablica 4.1.4.1.). Sorta 'Marabel' imala je 5,9 listova na najdužem izdanku, a sorta 'Red Scarlet' 4,5. Uzgoj krumpira na nepokrivenom tlu i ispod agrotekstila rezultirao je podjednakim brojem listova (5,1 i 5,3).

Pri drugom mjerenju (18.4.2017.) vidljiv je značajan utjecaj tehnologije uzgoja na broj listova najdužeg izdanka krumpira, dok sorta i interakcija istraživanih faktora nisu opravdano utjecale na ovo svojstvo (Tablica 4.1.4.1).

Tablica 4.1.4.1. Učinak sorte i tehnologije uzgoja na broj listova najdužeg izdanka krumpira

Tretman	Datum mjerenja				
	11.4.	18.4.	25.4.	2.5.	9.5.
Sorta					
M	5,9	6,2	8,6 a	10,3 a	12,0 a
R	4,5	5,7	7,7 b	9,4 b	11,1 b
Tehnologija					
NT	5,1	8,0 A	10,0 A	11,4 A	13,1 A
A	5,3	8,3 A	10,5 A	12,0 A	13,6 A
S	0	3,8 B	5,9 B	7,9 B	9,6 B
AS	0	3,7 B	6,3 B	8,1 B	9,9 B
Interakcija					
M×NT	5,8	8,7	10,9	12,1	14,0
M×A	6,0	8,2	10,6	12,5	14,1
M×S	0	4,00	6,4	8,3	10,0
M×AS	0	3,8	6,6	8,4	9,9
R×NS	4,5	7,3	9,0	10,6	12,1
R×A	4,5	8,3	10,3	11,5	13,1
R×S	0	3,5	5,3	7,4	9,1
R×AS	0	3,7	6,0	7,9	9,9

Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima u istoj koloni, označavaju da se one značajno razlikuju prema LSD testu (a) $p \leq 0,05$ i (A) $p \leq 0,01$

Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorte 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

Najveći broj listova najdužeg izdanka pri drugom mjerenju ostvaren je u uzgoju krumpira ispod agrotekstila (8,3) i na nepokrivenom tlu (8,0), opravdano veći nego na malču od slame (3,8) te malču od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom (3,7). Sorte se nisu statistički razlikovale u ovom svojstvu, obzirom da je sorta 'Marabel' imala 6,2 listova, a sorta 'Red Scarlet' 5,7 listova. Relativno najveći broj listova na najdužem izdanku zabilježen je pri kombinaciji sorte 'Marabel' i nepokrivenog tla (8,7), dok je relativno najmanji broj listova na najdužem izdanku zabilježen kod kombinacije sorte 'Red Scarlet' i malča od slame (3,5).

Iz tablice 4.1.4.1. vidljivo je da je pri trećem, četvrtom i petom mjerenju sorta 'Marabel' imala značajno više listova na najdužem izdanku (8,6, 10,3 i 12,0) nego sorta 'Red Scarlet' (7,7, 9,4 i 11,1). Također, u sva tri navedena mjerenja i tehnologija uzgoja opravdano je utjecala na ovo svojstvo. Značajno veći broj listova najdužeg izdanka ostvaren je pri uzgoju krumpira ispod agrotekstila (10,5, 12,0 i 13,6) i na nepokrivenom tlu (10,0, 11,4 i 13,1) nego na malču od slame (5,9, 7,9 i 9,6) te malču od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom (6,3, 8,1 i 9,9). Relativno najveći broj listova na najdužem izdanku ostvarila je kombinacija sorte 'Marabel' i nepokrivenog tla (8,7) u trećem mjerenju te kombinacija sorte 'Marabel' i agrotekstila pri četvrtom i petom uzorkovanju. Relativno najmanji broj listova na najdužem izdanku zabilježen kod kombinacije sorte 'Red Scarlet' i malča od slame pri sva tri mjerenja (5,3, 7,4 i 9,1). Prema Ban i sur. (2011) izravno prekrivanje agrotekstilom pozitivno utječe na broj listova, obzirom da je tri tjedna nakon nicanja ispod agrila ostvaren značajno veći broj listova najdužeg izdanka krumpira (10,3) u odnosu na uzgoj na neprekrivenom tlu (6,1). U istraživanju vezanom za ovaj diplomski rad ispod agrotekstila ostvaren je gotovo jednak broj listova (10,5) tijekom kraćeg razdoblja, od svega 17 dana nakon nicanja. Međutim, u odnosu na rezultate istraživanja navedenih autora, u istom razdoblju postignut je gotovo 40 % veći broj listova na krumpiru uzgajanom na nepokrivenom tlu (10,0).

4.1.5. Relativna stopa rasta visine najdužeg izdanka krumpira

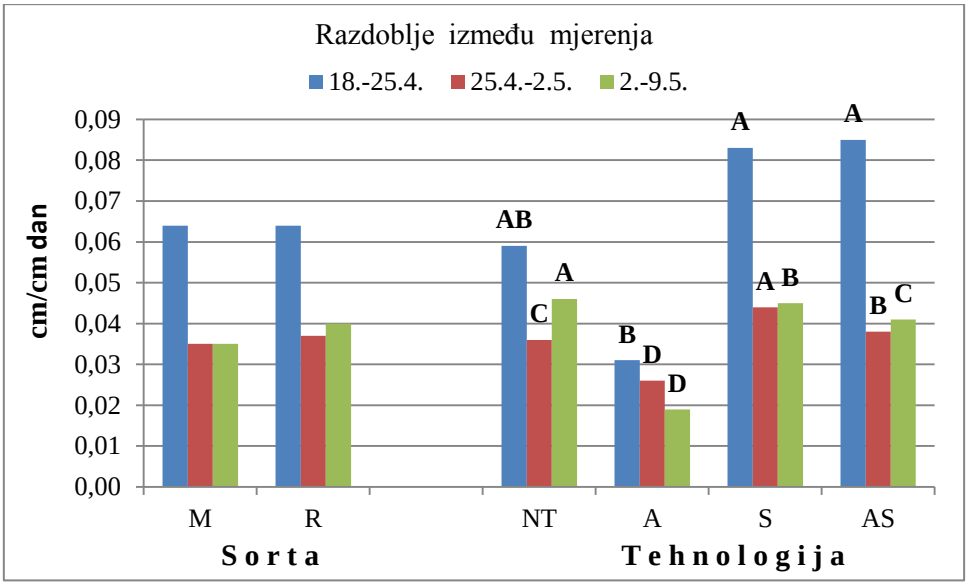
Iz grafikona 4.1.5.1. uočava se da sorta tijekom promatranog trotjednog razdoblja nije imala opravdanog utjecaja na relativnu stopu rasta (RSR) najdužeg izdanka krumpira, dok je tehnologija uzgoja imala značajan utjecaj na ovo svojstvo.

Bez obzira na sortu i tehnologiju uzgoja, najveće vrijednosti RSR visine (prosječno 0,064 cm/cm dan) u prvom tjednu, između 18. i 25. travnja, ukazuju da se najbrži rast najdužeg izboja odvijao na početku vegetativnog rasta. Naime, u drugom i trećem tjednu, RSR bila je 40 do 44 % manja, odnosno, starenjem biljaka rast najdužeg izdanka je bio usporen jer je prosječna relativna stopa rasta u tim tjednima iznosila 0,036 i 0,038 cm/cm dan (podaci nisu prikazani).

Iz grafikona 4.1.5.1. također se može uočiti da se u prvom tjednu, 10 do 17 dana nakon nicanja, najintenzivniji, statistički jednak rast izdanka krumpira odvijao pri uzgoju na malču od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom, ispod agrotekstila i na nepokrivenom tlu (0,085, 0,083 i 0,059 cm/cm dan). U drugom tjednu, 17 do 24 dana nakon nicanja, najveću RSR visine najdužeg izdanka imao je krumpir na malču od slame (0,044 cm/cm dan), a u

trećem tjednu, 24 do 31 dan nakon nicanja, na nepokrivenom tlu (0,046 cm/cm dan). U sva tri promatrana tjedna najsporije su rasli izdanci krumpira prekrivenog agrotekstilom (0,031, 0,026 i 0,019 cm/cm dan).

Navedena dinamika rasta izdanaka krumpira sukladna je s rezultatima istraživanja Vrhovec (2014) koji ukazuju na intenzivniji rast mlađih biljaka salate (šest tjedana nakon sjetve) temeljem pet puta većih vrijednosti RSR visine nadzemnog dijela (0,046 cm/cm dan) u odnosu na starije biljke (sedam tjedana nakon sjetve) kod kojih je prosječna RSR visine bila 0,014 cm/cm dan.



Grafikon 4.1.5.1. Utjecaj sorte i tehnologije uzgoja na relativnu stopu rasta visine najdužeg izdanka krumpira tijekom tri tjedna vegetativnog rasta, Mraclin, 2017.

Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima istog razdoblja, označavaju da se one značajno razlikuju prema LSD testu p≤0,01

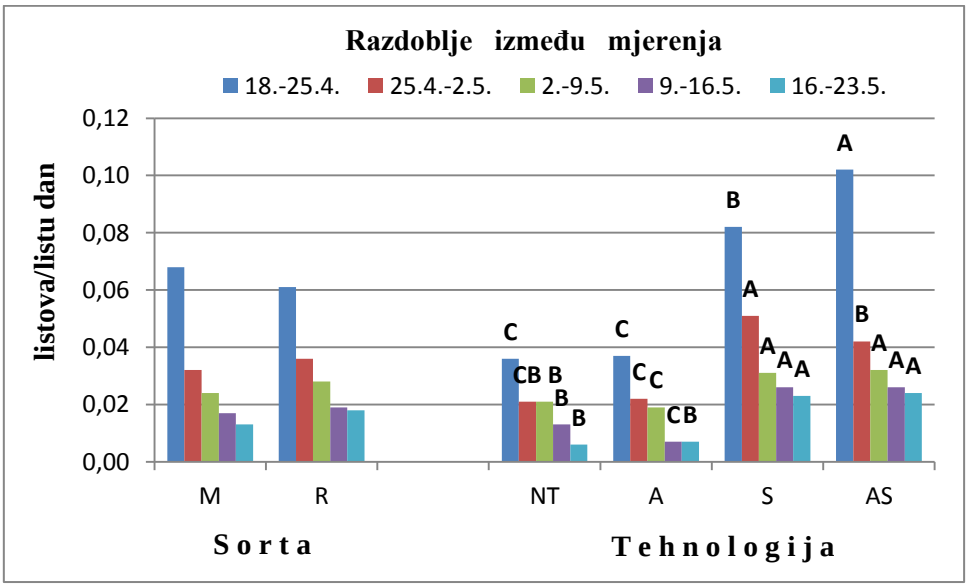
Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorta 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

4.1.6. Relativna stopa rasta listova najdužeg izdanka krumpira

Sorta nije imala opravdanog utjecaja na relativnu stopu rasta (RSR) listova najdužeg izdanka krumpira, dok je tehnologija uzgoja imala značajan utjecaj na ovo svojstvo tijekom pet tjedana promatranja (Grafikon 4.1.6.1.).

Bez obzira na sortu i tehnologiju uzgoja, najveće vrijednosti RSR listova (prosječno 0,064 lista/listu dan) u prvom tjednu promatranja (10 do 17 dana nakon nicanja), ukazuju da su listovi najdužeg izboja najbrže rasli na početku vegetativnog rasta. Starenjem biljaka krumpira, RSR listova se smanjuje, odnosno, iz tjedna u tjedan listovi su rasli sporije. RSR

listova najdužeg izdanka od drugog do petog tjedna s prosječnim vrijednostima 0,034, 0,026, 0,018 i 0,16 listova/listu dan, bila je manja 47, 59, 73 i 75 % od prosječne vrijednosti ovog pokazatelja rasta iz prvog tjedna promatranja (podaci nisu prikazani).



Grafikon 4.1.6.1. Utjecaj sorte i tehnologije uzgoja na relativnu stopu rasta listova najdužeg izdanka krumpira tijekom pet tjedna vegetativnog rasta, Mraclin, 2017.

Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima istog razdoblja, označavaju da se značajno razlikuju prema LSD testu p≤0,01

Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorta 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

Iz grafikona 4.1.6.1. također se može uočiti da se u prvom tjednu, 10 do 17 dana nakon nicanja, najbrži rast listova najdužeg izdanka krumpira odvijao pri uzgoju na malču od slame s izravnim prekrivanjem agrotekstilom (0,10 lista/listu dan). Značajno slabiji intenzitet rasta listova odvijao se ispod agrotekstila (0,082 listova/listu dan). Opravdano najmanju RSR listova, bez statistički značajnih razlika, imao je krumpir uzgajan na nepokrivenom tlu i ispod agrotekstila (0,036 i 0,037 listova/listu dan). U drugom tjednu, 17 do 24 dana nakon nicanja, najveću RSR listova najdužeg izdanka imao je krumpir na malču od slame (0,051 listova/listu dan) koja je bila značajno veća nego kod ostalih tehnologija uzgoja. U trećem, četvrtom i petom tjednu promatranja, najveće RSR listova, bez statistički opravdanih razlika, ostvarene su pri malčiranju tla slamom te kombinaciji malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom. U posljednja tri tjedna promatranja značajno sporije su rasli listovi najdužeg izdanka krumpira prekrivenog agrotekstilom i uzgajanog na nepokrivenom tlu.

Navedena dinamika rasta listova najdužeg izdanka krumpira također je u skladu s rezultatima istraživanja Vrhovec (2014) koji ukazuju na intenzivniji rast listova kod mlađih biljaka salate (šest tjedana nakon sjetve) temeljem četiri puta većih vrijednosti RSR lisne mase salate (0,37

g/g dan) u odnosu na starije biljke (sedam tjedana nakon sjetve) kod kojih je prosječna RSR lisne mase bila 0,09 g/g dan.

4.2. PRINOS

Jednokratna berba krumpira na svim tretmanima poljskog pokusa obavljena je 2. lipnja 2017. godine, odnosno, 87 dana nakon sadnje. Dužina vegetacijskog razdoblja od nicanja do berbe kod krumpira uzgajanog na nepokrivenom tlu i ispod agrotekstila bila je 55 dana, a kod krumpira uzgajanog na malču od slame te kombinaciji malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom 48 dana, obzirom da je nicanje na ovim tretmanima kasnilo 7 dana. Prema Ban i sur. (2011) u istraživanju proizvodnje ranog krumpira na otvorenom na području Istre, vegetacijsko razdoblje je trajalo 22 dana duže nego u istraživanju vezanom za ovaj diplomski rad, odnosno, od sadnje do berbe u istom terminu bilo je potrebno 109 dana.

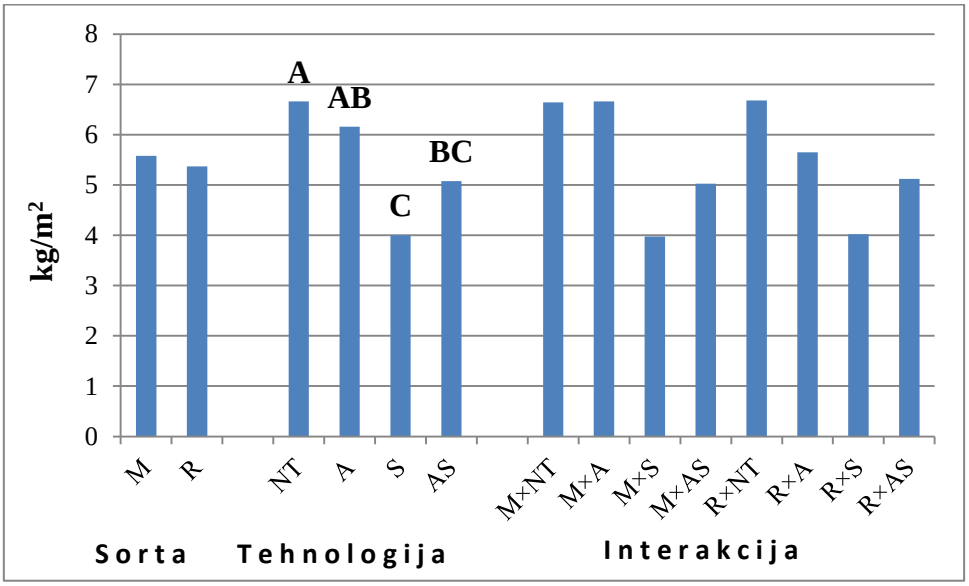
Tijekom berbe na svim parcelama odvojeni su i izvagani tržni gomolji promjera 30 do 80 mm. Među odvojenim i izvaganim netržnim gomoljima bili su oštećeni i presitni gomolji promjera manjeg od 30 mm, dok nije bilo bolesnih i prekrupnih (promjer > od 80 mm). Bez obzira na sortu i tehnologiju uzgoja, u ovom je istraživanju ostvaren visoki prosječni tržni prinos ranog krumpira od 5,47 kg/m^2, odnosno, 54,7 t/ha (podatak nije prikazan), obzirom da Buturac (2016) navodi prinos od 50 t/ha kao maksimalan za hrvatsku proizvodnju krumpira te viši od 60 t/ha za zapadnoeuropsku proizvodnju.

Iz grafikona 4.2.1. vidljivo je da sorta kao i interakcija sorte i tehnologije uzgoja nisu imale opravdan učinak na prinos krumpira, odnosno, da je samo tehnologija uzgoja značajno utjecala na ovo svojstvo. Sorte su ostvarile statistički jednak tržni prinos, 5,58 kg/m^2 sorta 'Marabel' i 5,37 kg/m^2 sorta 'Red Scarlet' čiji je tržni prinos bio 33 % veći od ostvarenog u istraživanju Bana i sur. (2011). Najveći tržni prinos, bez statističkih razlika, ostvarile su tehnologije uzgoja krumpira na tlu i ispod agrotekstila (6,66 i 6,16 kg/m^2). Navedeni tržni prinosi su dvostruko veći te nesukladni s ostvarenim u istraživanju uzgoja ranog krumpira na otovorenom u Istri, s obzirom da Ban i sur. (2011) navode značajno viši prinos ispod agrotekstila (34,9 t/ha) nego na nepokrivenom tlu (31,2 t/ha). Nadalje, iz grafikona 4.2.1. vidljivo je da se tržni prinos krumpira ostvaren na nepokrivenom tlu značajno razlikuje od ostvarenog kombinacijom malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom (5,07 kg/m^2) te tržnog prinosa ostvarenog malčiranjem tla slamom (3,99 kg/m^2). Međutim, između tržnog prinosa ostvarenog ispod agrotekstila te kombinacijom malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom, nije bilo statistički opravdanih razlika.

Tržni prinos ostvaren malčiranjem tla slamom bio je na razini prinosa kojeg navode Dvořák i sur. (2009) u istraživanju uzgoja krumpira na otvorenom na tlu malčiranom travom (3,5 kg/m^2), dok je prinos na nepokrivenom tlu (2,5 kg/m^2) bio 2,6 puta niži od ostvarenog u istraživanju vezanom za ovaj diplomski rad.

Obzirom na slabi utjecaj interakcije istraživanih faktora na tržni prinos, rezultati u grafikonu 4.2.1. ukazuju da se s relativno najvišim tržnim prinosom, višim od 6,0 kg/m^2 izdvajaju

kombinacije obje sorte na neprekrivenom tlu te sorte 'Marabel' i izravnog prekrivanja agrotekstilom.

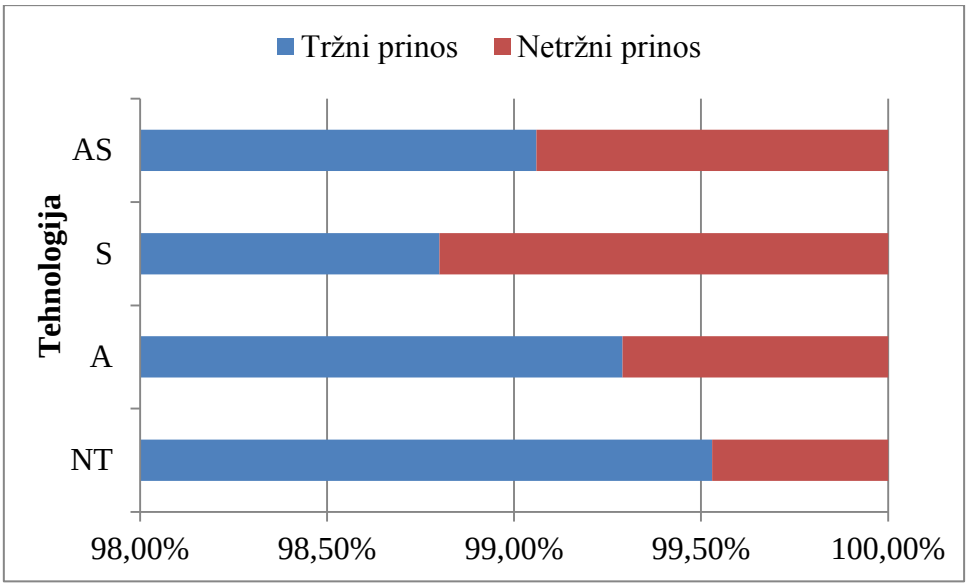


Grafikon 4.2.1. Utjecaj sorte i tehnologije uzgoja na tržni prinos krumpira, Mraclin, 2017.

Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se značajno razlikuju prema LSD testu $p \leq 0{,}01$

Legenda: M – sorta 'Marabel'; R – sorta 'Red Scarlet'; NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

Prema Vreugdenhil i sur. (2008) odnos tržnih i netržnih gomolja jedan je od glavnih čimbenika prinosa krumpira. Udio tržnog prinosa u ukupnom prinosu krumpira obzirom na tehnologiju uzgoja bio je vrlo visok, u rasponu od 98,8 % pri uzgoju na malču od slame do 99,53 % na nepokrivenom tlu (Grafikon 4.2.2.). Suprotno navedenom, udio netržnog prinosa u ukupnom prinosu krumpira bio je u rasponu od 0,47 % na neprekrivenom tlu do 1,2 % na malču od slame. Iako je udio netržnog prinosa izuzetno mali, uzimajući u obzir visinu ukupnog prinosa ostvarenog različitim tehnologijama uzgoja, radi se o netržnom prinosu u rasponu od 0,03 kg/m^2 na nepokrivenom tlu, preko 0,04 kg/m^2 ispod agrotekstila do 0,05 kg/m^2 na malču od slame te kombinaciji malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom. Preračunato po hektaru, navedeni netržni prinosi iznose redom: 0,3, 0,4 i 0,5 t/ha. U usporedbi s rezultatima koje navode Ban i sur. (2011), navedeni ostvareni netržni prinosi bili su manji na nepokrivenom tlu 7 puta te ispod agrotekstila 4 puta.



Grafikon 4.2.2. Udio tržnog i netržnog prinosa krumpira, Mraclin, 2017.

Legenda: NT – nepokriveno tlo; A – agrotekstil; S – malč od slame; AS – kombinacija agrotekstila i malča od slame

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu jednogodišnjeg istraživanja uzgoja ranog krumpira u negrijanom zaštićenom prostoru na području Zagrebačke županije, obzirom na testirane sorte 'Marabel' i 'Red Scarlet' te tehnologije uzgoja na nepokrivenom tlu, ispod agotekstila, na malču od slame te kombinaciji malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom, razvidno je sljedeće:

- sorta 'Marabel' imala je veću visinu i broj listova najdužeg izdanka od sorte 'Red Scarlet', na početku vegetacijskog razdoblja bez statističke opravdanosti, a zatim sa značajnom razlikom,
- sorte su imale podjednaku relativnu stopu rasta visine i listova najdužeg izdanka, na početku vegetacijskog razdoblja s većim vrijednostima, a zatim višestruko manjim, što ukazuje na brži rast mlađih biljaka krumpira,
- sorte se nisu statistički razlikovale u broju izdanaka sadnog gomolja te tržnom prinosu,
- rast izdanaka u visinu zaustavljen je mjesec dana nakon nicanja kada je opravdano najveća visina najdužeg izdanka utvrđena kod krumpira uzgajanog ispod agrotekstila i na nepokrivenom tlu,
- značajno najveći broj listova na najdužem izdanku tijekom većeg dijela vegetacijskog razdoblja utvrđen je kod krumpira uzgajanog ispod agrotekstila i na nepokrivenom tlu,
- relativna stopa rasta visine i listova najdužeg izdanka kod svih tehnologija uzgoja bila je najveća na početku vegetacijskog razdoblja. Najveće vrijednosti relativne stope rasta visine i listova najdužeg izdanka većim dijelom vegetacijskog razdoblja zabilježene su kod krumpira uzgajanog na malču od slame te kombinaciji malča od slame i izravnog prekrivanja agrotekstilom,
- broj izdanaka sadnog gomolja bio je statistički jednak pri svim tehnologijama uzgoja,
- opravdano najveći tržni prinos ostvaren je pri uzgoju krumpira na nepokrivenom tlu i ispod agrotekstila,
- relativno najveći tržni prinos ostvarile su kombinacije sorte 'Marabel' i nepokrivenog tla, sorte 'Marabel' i agrotekstila te sorte 'Red Scarlet' i nepokrivenog tla.

Iz navedenog se može zaključiti da je na području Zagrebačke županije prikladnim izborom sorti, moguće ostvariti visok prinos ranog krumpira u negrijanom zaštićenom prostoru konvencionalnom tehnologijom uzgoja na nepokrivenom tlu, uz navodnjavanje kapanjem, bez dodatnog ulaganja u malčiranje tla slamom i izravno prekrivanje agrotekstilom.

6. POPIS LITERATURE

1. Abdul-Baki A., Spence C., Hoover R. (1992). Black polyethylene mulch doubled yield of fresh-market field tomatoes. HortScience 27 (7): 787-789.

2. Adamchuk, V., Prysyazhnyi, V., Ivanov, S., Bulgakov V. (2016). Investigations in technological method of groving potatoes under mulch of straw and its effects on the yield. Engineering for rural development 1098-1103.

3. Agroklub. Korištenje agril folije u povrtlarstvu. <https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/agril-lutrasilagrotekstil-17g-tkanina-za-pokrivanje-biljaka-i-zemljista/5168/>. [14.2.2017.]

4. Agroportal. Agril, lutrasil, agrotekstil (17 g) – tkanina za pokrivanje biljaka i zemljišta. < https://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/29473>. [15.6.2018.]

5. Ban D., Vrtačić, M., Goreta Ban, S., Dumičić, G., Oplanić, M., Horvat, J., Žnidarčić, D. (2011). Utjecaj sorte, izravnog prekrivanja i roka berbe na rast i prinos mladog krumpira. Zbornik radova 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Opatija, 496-500.

6. Buturac, I. (2016). Krumpir. U: Povrćarstvo. Ur. Lešić, R., Zrinski, Čakovec, 335-376.

7. Buturac, I., Bolf, M. (1995). Proizvodnja krumpira. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva, Zagreb

8. Buturac, I., Bolf, M. (2000). Proizvodnja krumpira. Hrvatski zadružni savez, Zagreb

9. Díaz-Pérez J.C. (2009). Root Zone Temperature, plant growth and yield of broccoli [*Brassica oleracea* (Plenck) var. *italica*] as affected by plastic film mulches. Scientia Horticulturae 123 (2): 156-163

10. Dvořák, P., Hamouz K., Kuchtová, Tomášek, J. (2009). Study on the effect of mulching on potato production in organic farming. Zbornik radova 44. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma, Sveučilište Josip Juraj Strossmayer, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Opatija, 59-62.

11. FAOSTAT (2017). Food and agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Database. Rome, Italy. <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_regions_exports>. [18.07.2018.]

12. Gugić, J., Zrakić, M., Tomić, M., Šuste, M., Grgić, I., Franjkić, D. (2014). Stanje i tendencije proizvodnje i potrošnje krumpira u Republici Hrvatskoj. Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma, Sveučilište Josip Juraj Strossmayer, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Dubrovnik, 135-139.

13. Hamouz, K., Dvořák, J., Čepl., J., Pivec, J. (2005). The effect of polpropylene fleece covering on the yield of early potatoes. Horticultural Science 32(2): 56-59.

14. Horvat, T. (2010). Utjecaj folijarnih gnojiva na intenzitez fotosinteze, prinos i kvalitetu gomolja krumpira (*Solanum tuberosum* L.), Disertacija, Zagreb

15. Hood, R. (2001). The effect of soil temperature and moisture on organic matter decomposition and plant growth. Isotopes in Environmental and Health Studies 37: 25-41.

16. Ibarra L., Floresa J., Díaz-Pérez J.C. (2001). Growth and yield of muskmelon in response to plastic mulch and row covers. Scientia Horticulturae (87): 139 - 145.

17. Lamont W.J. (2005). Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. HortTechnology 15 (3): 477-481.

18. Menzel, C.M. (1985). Tuberization in potato at high temperatures: Interaction between temperature and irradiance. Annals of Botany 55: 35-39.

19. Merwin, I.A., Rosenberg, D.A., Engle, C.A., Rist, D.L., Fargione, M. (1995). Comparing mulches, herbicides and cultivation and orchard groundcover mangement systems. HortTechnology 5(2): 151-158.

20. Organsko carstvo. Uzgoj krumpira pod slamom u organskom vrtu. <http://organskocarstvo.blogspot.com/2016/02/uzgoj-krumpira-pod-slamom-u-organskom.html>. [14.2.2017.]

21. Parađiković, N. (2002). Osnove proizvodnje povrća. Katava d.o.o., Osijek.

22. Pevalek-Kozlina, B. (2003). Fiziologija bilja. Profil, Zagreb

23. Razzaque, M.A., Ali, M.A. (2009). Effect of mulching material on the yield and quality of potato varieties under no tillage condition of Ganges tidal flood plain soil Bangladesh. Journal of Scientific and Industrial Research. 44(1): 51-56.

24. Ruíz-Machuca L.M., Ibarra-Jiménez L., Valdez-Aguilar L.A., Benavides-Mendoza A.F., Cabrera-de La Fuente M. (2014). Cultivation of potato – use of plastic mulch and row covers on soil temperature, growth, nutrient status, and yield of potato. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science 65 (1): 37-41

25. Teasdale J.R., Abdul-Baki A.A. (1995). Soil Temperature and Tomato Growth Associated with Black Polyethylene and Hairy Vetch Mulches. Journal of the American Society for Horticultural Science 12 (5): 848 – 853.

26. The world's healthiest foods. <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=48>.[15.6.2018.]

27. United nations economic commission for Europe (2006). UNECE standard FFV-52 concerning the marketing and commercial quality control of early and ware potatoes. United Nations New York, Geneva, 1-8

28. USDA United States epartment of Agriculture, National nutrient database for standard reference legacy release. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show?ndbno=11355&fg=&man=&lfacet=&format=Abridged&count=&max=25&offset=5700&sort=c&qlookup=&rptfrm=nl&nutrient1=317&nutrient2=&nutrient3=&subset=0&totCount=6724&measureby=g>.[15.6.2018.]

29. Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, S., Govers, F., MacKerron, D. K .L., Taylor, M. A., Ross, H. A. (2008). Potato biology and biotechnology. Advances and perspectives. Elsevier Ltd, Amsterdam

30. Vrhovec, R. (2014). Utjecaj sorte i sklopa na prinos salate glavatice u plutajućem hidroponu. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

31. Wadas, W., Kosterna, E., Sawicki, M. (2009). Effect of perforated film and polypropylene nonwoven covering on the marketable value of early potato yield. Vegetable Crops Research Bulletin 69(1):51-61.

32. Wallace, R.W., Bellinder, R.R. (1992). Alternative tillage and herbicide options for successful weed control in vegetables. HortScience 27: 745 -749.

Popis slika:

1. Slika 2.2.1. Biljka krumpira, <https://www.val-znanje.com/index.php/ljekovite-biljke/1102-krumpir-solanum-tuberosum-l>. [5.7.2018.]

2. Slika 2.2.2. Faze razvoja biljke krumpira, <http://www.haifa-group.com/knowledge_center/crop_guides/potato/general_growing_conditions>. [5.7.2018.]

3. Slika 2.2.3. Krumpir u cvatnji,<https://www.plantea.com.hr>.[18.7.2018.]

4. Slika 3.1.1. Poljski pokus nakon sadnje krumpira, Foto: B. Galeković

5. Slika 3.1.2. Priprema uzorka tla za kemijsku analizu postupkom četvrtanja, Foto: B. Galeković

6. Slika 3.1.3. Priprema pokusa za sadnju krumpira, Foto: B. Galeković

7. Slika 3.1.4. Gomolji krumpira sorte 'Marabel' pred berbu, Foto: B. Galeković

8. Slika 3.2.1. Oštećenja listova krumpira od mraza, Foto: B. Galeković

ŽIVOTOPIS

Rođen sam 03. studenog 1993. godine u Zagrebu. Prva četiri razreda osnovne škole završio sam u svojem mjestu Mraclinu, druga četiri razreda osnovne škole u Vukovini kao glavnoj školi sa šest područnih četverorazrednih škola. Nakon toga upisujem Nadbiskupsku klasičnu gimnaziju s pravom javnosti u Zagrebu koju završavam 2012. godine, iste godine upisujem prvu godinu Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, smjer Biljne znanosti. Preddiplomski studij završavam obranom završnog rada 18. rujna 2015. godine nakon čega upisujem diplomski studij Hortikultura usmjerenje Povrćarstvo. Uz posao na vlastitom poljoprivrednom gospodarstvu, kao apsolvent, radio sam u Ministarstvu financija Republike Hrvatske i Poreznoj upravi u Zagrebu, na tržnici Dolac i u poljoprivrednoj apoteci 'Agroturopolje' nedaleko od Velike Gorice kao savjetnik za prodaju zaštitnih srredstava.