

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Ana V. Dragumilo

**SUZBIJANJE KOROVA U PITOMOJ NANI
(*Mentha x piperita* L.) PRIMENOM PRIRODNIH I
SINTETIČKIH MALČEVA**

doktorska disertacija

Beograd, 2021

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Ana V. Dragumilo

**WEED SUPPRESSION BY ORGANIC AND
SYNTHETIC MULCHES IN CULTIVATED
PEPPERMINT (*Mentha x piperita* L.)**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2021

Mentor: Dr Dragana Božić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Drugi mentor: Dr Tatjana Marković, naučni savetnik
Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Beograd

Članovi komisije: Dr Sava Vrbničanin, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Datum odbrane:

Posebnu zahvalnost želim da uputim svojim mentorima, prof. dr Dragani Božić i dr Tatjani Marković, na izdvojenom vremenu, na pružanju neizmerne podrške, što su mi prenele stečeno naučno i životno znanje i iskustvo u celokupnom naučnom radu, a takođe i što su tu za mene kao prijatelji za ceo život.

Veliku zahvalnost dugujem prof. dr Savi Vrbničanin, koja me je usmeravala tokom obrazovanja i pružila mi podršku, pomogla u realizaciji disertacije i završnim korekcijama teksta. Poštovana i prijatelj od poverenja za ceo život.

Veliku zahvalnost dugujem dr Dragoju Radanoviću na pruženoj podršci, deljenju znanja, iskustva i nesebičnoj pomoći u toku izrade ove disertacije.

Takođe, zahvaljujem se:

Kolegi dr Vladimiru Filipoviću, višem naučnom saradniku, na pomoći oko realizacije poljskih ogleda.

Koleginici dr Radi Đurović-Pejčev, višem naučnom saradniku, na pomoći oko destilacije i hemijske analize etarskog ulja pitome nane, kao i obradi podataka.

Katedri za pesticide na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Beogradu.

Laboratoriji odseka za poljoprivredna istraživanja i razvoj (OPIR) na Institutu za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ na stalno otvorenim vratima i ukazanom poverenju.

Laboratoriji za hemiju na Institutu za pesticide i zaštitu životne sredine.

Zahvalna sam svojim prijateljima, komsijama, rodbini, što su me podržavali na ovom putu, a posebno Milanu Dragumilo, na podršci i što je bio najbolji strikan mom sinu.

Najveću zahvalnost dugujem roditeljima Branki i Vladislavu, kao i suprugu Veljku čija mi je nesebična ljubav, podrška, bezbroj zagrljaja, svakodnevno razumevanje i pružanje motivacije bili glavna pokretačka snaga.

Sinu Stefanu, koji me je podržavao još iz stomaka a kasnije nesebično motivisao svojim pogledom i osmehom.

SUZBIJANJE KOROVA U PITOMOJ NANI (*Mentha x piperita* L.) PRIMENOM PRIRODNIH I SINTETIČKIH MALČEVA

Sažetak. Mogućnosti suzbijanja korova malčiranjem ispitivane su u zasadu pitome nane gajene na proizvodnim površinama Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr. Josif Pančić" u Pančevu (44°52'20.0"N, 20°42'04.7"E, 81 m n.v.), Južni Banat. U našim agroekološkim uslovima pitoma nana se gaji kao jednogodišnja vrsta i obično daje dve žetve. Obzirom da ne postoji lista dozvoljenih herbicida u lekovitom bilju, glavni izazov u njenom gajenju predstavlja suzbijanje korova.

U preliminarna istraživanja uključeno je 14 malčeva (5 sintetičkih i 9 prirodnih). Po dva malča iz svake grupe (sintetički: PE sivo-crna i agrotekstilna crna folija; prirodni: piljevina bagrema i iglice crnog bora) koja su se u preliminarnim ogledima pokazala kao najpogodnija za suzbijanje korova u pitomoj nani, uključena su u detaljna ispitivanja u narednim dvogodišnjim ogledima. Eksperimentalni zasadi su zasnovani sadnjom stolona (1.500 kg ha⁻¹) u jesen, na međurednom razmaku od 0,7 m. Sintetički malčevi su postavljani duž redova (širina 0,7 m, na svakih 10 cm reda otvori Ø 10 cm), a prirodni u međuredu (sloj 5-10 cm, širine 0,5 m). Efikasnost malčeva u suzbijanju korova procenjena je na osnovu poređenja sa zakorovljenom kontrolom, a njihov efekat na prinos sa nezakorovljenom kontrolom. Detaljno je analiziran i efekat malčeva na kvalitet prinosa a u te svrhe je utvrđen udeo lista sa cvetom i stabla, sadržaj i hemijski kvalitet etarskog ulja, relativni sadržaj hlorofila u listu i prinos stolona. Utvrđen je i uticaj malčeva na temperaturu i pH reakciju površinskog sloja zemljišta.

Potpuno suzbijanje korova i najveći prinos ostvareni su pri primeni folija dok je efikasnost prirodnih malčeva bila znatno niža (u zavisnosti od ocene, od 28,9 - 81,8%). Prinosi ostvareni u 2017. su bili niži (usled nepovoljnih meteoroloških prilika) od prinosa u 2016., kada je ukupan prinos (u obe žetve) na agrotekstilnoj crnoj foliji bio 5,6 t ha⁻¹, a na sivo-crnoj foliji 4,7 t ha⁻¹. Ipak, kada se uzme u obzir većina ispitivanih parametara (udeo lista sa cvetom i stabla, sadržaj etarskog ulja i prinos stolona) najpovoljniji efekat u zasadu pitome nane ispoljila je sivo-crna folija.

Ključne reči: suzbijanje korova, malč, pitoma nana, lekovito bilje, prinos, nehemijske mere, etarsko ulje, hlorofil, zemljište, *Mentha x piperita*.

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Herbologija

UDK:

WEED SUPPRESSION BY ORGANIC AND SYNTHETIC MULCHES IN CULTIVATED PEPPERMINT (*Mentha x piperita* L.)

Abstract. Weed control by mulching in the peppermint plantation was conducted on the experimental fields of the Institute for Medicinal Plant Research "Dr Josif Pančić", in the South Banat, Serbia (44°52'20.0"N, 20°42'04.7"E, 81 m above sea level). In our agro-ecological conditions, peppermint is grown as an annual species with two harvests. In its cultivation the main problem is a weed control, as no or limited use of herbicides is advised in medicinal plants.

Preliminary research included 14 mulches (5 synthetic and 9 organic). Two mulches from each group (synthetic: PE silver-black and agrotexile black foil; organic: acacia sawdust and black pine needles), which proved to be the most suitable for weed control in peppermint, were included in further two-year experiment. Experimental plantings were established in autumn, with stolons (1500 kg ha⁻¹) at a row spacing of 0.7 m. Synthetic mulches were placed along the rows (width 0.7 m, openings Ø 10 cm at every 10 cm of the row), while organic mulches were spread between the rows (layer 5-10 cm, width 0.5 m). The efficacy of mulch on weed suppression was compared with control with weeds, while the efficacy on yield was compared with non-weed control. The quality of yield was examined in detail and the ratio of leaves with flowers to stem, the content and chemical composition of essential oil, the relative content of chlorophyll in the leaf, as well as the yield of stolons were determined with regard to it. The influence of mulch on the soil temperature and soil reaction (pH) in the surface layer was also determined.

Total weed suppression was obtained with the use of synthetic mulches, where the highest yield of absolutely dry biomass of the aboveground part of peppermint were recorded both experimental years, while the efficacy of organic mulches ranged from 28,9 to 81,8%. Yields achieved in 2017 were lower (due to climatic conditions) compared to that in 2016; the yield in the treatment with agrotexile black mulch was 5.6 t ha⁻¹, while the one achieved with the silver-black mulch was 4.7 t ha⁻¹. Under the silver-black mulch, the peppermint plants generally achieved better ratio of leaves with flowers to stem, higher content of essential oil and higher yield of stolons, compared to those under the organic mulches.

Key words: weed suppression, mulch, medicinal plants, peppermint, yield, non-chemical weed control, essential oil, chlorophyll, soil temperature, soil reaction.

Scientific field: Biotechnical Science

Specialized scientific field: Weed Science

UDC:

SADRŽAJ

	Strana
1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	4
2. 1. Botaničke osobine i upotreba pitome nane	4
2. 1. 1. Taksonomija i biologija	4
2. 1. 2. Opis biljne droge pitome nane u odnosu na zahteve tržišta	6
2. 1. 3. Poreklo, rasprostranjenost i proizvodnja pitome nane	7
2. 2. Štetni agensi za proizvodnju pitome nane	8
2. 2. 1. Štete od korova, bolesti i štetočina	8
2. 3. Mogućnosti suzbijanja korova u lekovitom bilju	10
2. 4. Malčevi: opšte karakteristike i upotreba	12
2. 4. 1. Vrste malčeva	12
2. 4. 2. Suzbijanje korova malčiranjem i uticaj na prinos useva	15
2. 4. 3. Uticaj malčeva na sadržaj i hemijski sastav etarskih ulja	20
2. 4. 4. Uticaj malčeva na relativni sadržaj hlorofila u listu	21
2. 4. 5. Uticaj malčeva na zemljište	22
2. 4. 5. 1. Uticaj malčeva na temperaturu zemljišta	22
2. 4. 5. 2. Uticaj malčeva na pH reakciju zemljišta	24
3. MATERIJAL I METODE	25
3. 1. Osnovni podaci o ogledima	25
3. 2. Efekat malčeva na korove	29
3. 3. Efekat malčeva na prinos i kvalitet biljne sirovine	30
3. 4. Efekat malčeva na relativni sadržaj hlorofila u listu pitome nane	31
3. 5. Efekat malčeva na zemljište	32
3. 6. Efekat malčeva na prinos stolona	32
3. 7. Meteorološki podaci	32
3. 8. Statistička obrada podataka	36
4. REZULTATI	37
4. 1. Preliminarna istraživanja	37
4. 1. 1. Efekat malčeva na korove	37
4. 1. 2. Efekat malčeva na pitomu nanu	40
4. 2. Efekat malčeva na korove	42
4. 3. Efekat malčeva na pitomu nanu	47
4. 3. 1. Prinos biljne sirovine	47
4. 3. 2. Kvalitet biljne sirovine	50
4. 3. 3. Relativni sadržaj hlorofila u listu	55
4. 3. 4. Prinos stolona	56
4. 4. Efekat malčeva na zemljište	57
4. 4. 1. Temperatura	57
4. 4. 2. Reakcija zemljišta (pH)	63

5. DISKUSIJA	66
5. 1. Odabir malčeva podesnih za primenu u pitomoj nani	66
5. 2. Efekat malčeva na korove	68
5. 3. Efekat malčeva na pitomu nanu	70
5. 3. 1. Prinos biljne sirovine	70
5. 3. 2. Kvalitet biljne sirovine	71
5. 3. 3. Relativni sadržaj hlorofila u listu	74
5. 3. 4. Prinos stolona	75
5. 4. Efekat malčeva na zemljište	75
5. 4. 1. Temperatura	75
5. 4. 2. Reakcija zemljišta (pH)	76
6. ZAKLJUČCI	79
7. LITERATURA	81
8. PRILOZI	93

1. UVOD

Pitoma nana (*Mentha x piperita* L.) je u narodu poznata i kao paprena, crna nana, menta ili metvica, pripada familiji *Lamiaceae*, rodu *Mentha*. Njena brojna lekovita svojstva su naučno dokazana i priznata (Peter, 2012), a koriste se kako u farmaceutskoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji tako i u svakodnevnoj primeni u narodu, kao čaj ili začim. Pitoma nana je jedna od najstarijih gajenih lekovitih i aromatičnih biljnih vrsta u svetu, a u našem podneblju se gaji još od XIX veka. Prema ranijim podacima (Kišgeci i sar., 1998) u svetu se nana gajila na oko 54.000 ha, dok noviji podaci ukazuju na to da se u 2018. godini gajila na samo 3.500 ha (FAOSTAT). U Srbiji se gaji na oko 200 ha, i to u Vojvodini, Pomoravlju i Kolubarskom okrugu (Stepanović i Radanović, 2011). Ova lekovita vrsta zauzima jedno od vodećih mesta u proizvodnji lekovitog i aromatičnog bilja kod nas, zbog njene višestruke upotrebe i velikih potreba za njenom lekovitim biljnom sirovinom, listom (*Mentha piperitae folium*) i nadzemnim delom (*Mentha piperitae herba*), kao i etarskim uljem (*Mentha piperitae aetheroleum*).

U proizvodnji lekovitog i aromatičnog bilja do najvećih gubitaka prinosa (i do 45%) dovode korovi koji se veoma brzo reprodukuju i šire, gde kao rezultat imamo izraženu negativnu korelaciju između prinosa useva i korova (Upadhyay i sar., 2012). Tako, u zakorovljenom zasadu pitome nane na području Južnog Banata, gubitak nadzemne biomase je bio 88% (Matković i sar., 2016), dok je gubitak prinosa iste vrste na lokalitetu Kordobe u Argentini usled zakorovljenosti bio od 35,7% do 50,9% (Darre i sar., 2004). Suzbijanje korova je jedan od velikih izazova u proizvodnji pitome nane, obzirom da nema zvanično registrovanih herbicida dozvoljenih za primenu u gajenom lekovitim bilju. Pojačane su i mere državnih organa Srbije zaduženih za proveru lekovitih biljnih sirovina po kriterijumima utvrđenim Pravilnikom o maksimalno dozvoljenim količinama (MDK) ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje („Službeni glasnik RS”, br. 49/21). Kako bi se dobila ispravna sirovina koja je dobrog kvaliteta, korov se pretežno suzbija mehaničkim putem. Ipak, kako je u našoj zemlji evidentan nedostatak radne snage i/ili sredstava za njeno finansiranje, potreba za pronalaženjem efikasnih, prihvatljivih načina suzbijanja korova u lekovitim bilju sve je izraženija.

Da bi se smanjio pritisak korova u pitomoj nani moraju se ispoštovati agrotehničke mere u vidu osnovne i dopunske obrade zemljišta, predsetvene pripreme, kao i plodoređa (pšenica, ostala strna žita i višegodišnje leguminoze). Mogući način suzbijanja korova u ovom zasadu su i biološke mere u vidu korišćenje prirodnih neprijatelja (Volenberg i sar., 1999), kao i nehemijske metode suzbijanja korova, uključujući primenu malčeva, koje su predmet velikog interesovanja istraživača širom sveta (Carruba, 2017). Mehaničkim pritiskom malč prostirke uglavnom se postiže njihova efikasnost u suzbijanju korova (Ferguson i sar., 2008), ali se umanjuje i količina svetlosti koja prodire do površinskog sloja zemljišta, što uslovljava odloženo ili potpuno zaustavlja klijanje i nicanje korova (Pupalienè i sar., 2015), čime gajene vrste dobijaju prednost da se brže razvijaju od korova. Ipak, efikasnost malč prostirke uglavnom zavisi od vrste materijala (sintetički ili prirodni), debljine njegove primene odnosno od njegove pokrovne moći, ali i od njegove postojanosti u višegodišnjim zasadima. Pored efekta na suzbijanje korova, u manjoj ili većoj meri malčevi mogu da utiču na pojavu biljnih patogena i štetočina (Dhawan i sar., 2013), oscilacije temperature, vlažnosti i pH reakcije zemljišta (Awodoyin i sar., 2007), posebno u oraničnom sloju (Teasdale i Mohler, 1993) i to na način da će snižavati maksimalne a povećavati minimalne dnevne temperature (Skroch i sar., 1992). Tamo gde je potrebno, malčevi mogu predstavljati i preventivnu meru u sprečavanju erozije zemljišta (Döring i sar., 2005). Zahvaljujući tome što malč štiti zemljišnu mikrofloru, on indirektno utiče na stvaranje povoljnijih uslova za razvoj korenovog sistema gajene biljke a time i bolje usvajanje hraniva (Yang i sar., 2003). Sveobuhvatan efekat malča dovodi do stvaranja povoljnih hidrotermičkih uslova uz smanjeno prisustvo korova za razvoj gajene lekovite vrste i povećanje njenog prinosa. Prednosti korišćenja malčeva se ogledaju i u tome što se znatno smanjuje zagađenje životne sredine i usporava razvoj rezistentnosti korova na

herbicide, jer se upotreba herbicida znatno smanjuje ili se u potpunosti isključuje. Ipak, upotreba malča mora biti ekonomski isplativa pa se s tim u vezi koristi samo u usevima koji imaju visoke prinose ili im je visoka otkupna cena, što je slučaj sa lekovitim biljem, kako bi se mogli nadoknaditi troškovi (Hoppe, 2009).

Prirodni (organski) malčevi su generalno manje efikasni u suzbijanju korova u odnosu na sintetičke, a ukoliko se koriste postžetveni ostaci biljaka, oni sa sobom nose određeni potencijal semena korova i nose rizik od širenja određenih vrsta sa jedne parcele na drugu. Takođe, mana im je i što predstavljaju odlična skloništa za sitne glodare koji mogu da nanese velike štete gajenoj biljci. Ova vrsta malča generalno ima široku primenu u poljoprivrednoj proizvodnji zbog lake dostupnosti, ekološke i ekonomske prihvatljivosti, zbog lakog rukovanja i postavke na njivi, ali i u parkovima i na drugim javnim površinama gde se koriste zahvaljujući lepom izgledu (Skroch i sar., 1992). Organski malčevi se nakon njihove primene na njivi mogu zaorati, ne ostavljaju otpad, čime su apsolutno prihvatljivi za okruženje. Suprotno, sintetičke folije se nakon primene moraju ukloniti sa polja, ukoliko nisu bio- ili foto- razgradive, kako ne bi zagadile životnu sredinu, što poskupljuje proces proizvodnje. Različite vrste ogranskih malčeva u vidu kore drveta, piljevine i komposta mogu uticati i na poboljšanje uslova za usvajanje hraniva iz zemljišta (Pakdel i sar., 2012). Sintetički malčevi pretvaraju sunčevu energiju u toplotnu (Dhawan i sar., 2013), što dovodi do zagrevanja površinskog sloja zemljišta u rano proleće, a samim tim daje prednost gajenoj biljci u početnim fazama razvoja u odnosu na korove. Neke od ovih folija (uglavnom srebrne), mogu da reflektuju sunčeve zrake, čime odbijaju napade insekata, a ako su u pitanju insekti koji su vektori bolesti ujedno se sprečava i zaražavanje useva. Takođe, iako folije sprečavaju isparavanje vode i zadržavaju vlagu, uzgajanje biljaka na folijama nekad zahteva i uvođenje sistema za navodnjavanje ukoliko su folije nepropusne za padavine. Korišćenjem bilo koje vrste malča dobijaju se apsolutno bezbedne lekovite sirovine za ljudsku upotrebu.

Uprkos svim prethodno navedenim prednostima i nedostacima gajenja biljaka na malču, malo je podataka o primeni malčeva u zasadima vrsta roda *Mentha*, a samo nekoliko studija se bavi njihovom primenom u zasadu pitome nane (Rohloff i sar., 2005; Shahriari i sar., 2013; Matković i sar., 2016, 2017). Ipak, dosadašnja istraživanja su utvrdila povećanje prinosa pitome nane usled primene sintetičkih (Rohloff i sar., 2005; Matković i sar., 2016) i organskih malčeva (Rohloff i sar., 2005; Shahriari i sar., 2013; Matković i sar., 2016). Takođe, organski malč od kore drveta i sintetička crna folija pozitivno utiču na sadržaj ulja pitome nane, pri čemu se primena organskog pokazala kao efikasnija (Shahriari i sar., 2013; Azizi i sar., 2015). Takođe, prinos lista pitome nane i sadržaj etarskog ulja su u pozitivnoj korelaciji, pa samim tim malč koji utiče na povećanje prinosa, utiče i na sadržaj ulja. Suprotno navedenom, korovi stvaraju uslove koji su stresni za gajenu biljku i time mogu uticati na povećanje sadržaja etarskog ulja (Carruba, 2017), pa se usled toga može dobiti viši sadržaj etarskog ulja kod vrsta iz roda *Mentha* u prisustvu korova (Singh i Saini, 2008). Međutim, u takvim uslovima prinosi herbe su drastično niži, što u krajnjem ishodu za posledicu može imati niže prinose i biljne sirovine i etarskog ulja. Zbog svega navedenog, neophodno je detaljno proučavanje delovanja malčeva kako na suzbijanje korova tako i na određene parametre prinosa pitome nane, kako bi se procenilo koji malčevi su najpodesniji za primenu u zasadu pitome nane.

Cilj ove disertacije je bio da se utvrdi delovanje različitih sintetičkih i organskih malčeva na prisustvo korova (brojnost, biomasu) u toku vegetacije pitome nane i da se odredi njihov uticaj na prinos u agroekološkim uslovima južnog Banata. Da bi se dobili što potpuniji podaci o efektima primene malčeva na pitomu nanu, dodatni cilj je bio da se analizira i njihov uticaj na udeo lista i stabla u nadzemnoj biomasu pitome nane, jer je list jedan od najčešćih komercijalnih preparata ove lekovite vrste. Obzirom da se list koristi kao sirovina za dobijanje etarskog ulja, cilj je bio da se analizira i uticaj malčeva na njegov sadržaj i hemijski sastav. Takođe, posebna pažnja je posvećena prinosu reproduktivnih organa (stolona), koji se koriste za zasnivanje novih zasada pitome nane. Imajući u vidu

da malčevi mogu uticati na temperaturu i pH reakciju zemljišta, jedan od ciljeva je bio da se ispita efekat malčeva na ove parametre u površinskom sloju zemljišta.

2. PREGLED LITERATURE

2. 1. Botaničke osobine i upotreba pitome nane

2. 1. 1. Taksonomija i biologija

Botanička klasifikacija biljne vrste *Mentha x piperita* L. data prema USDA (U.S. Dept. of Agriculture) (www.plants.usda.gov):

Carstvo Plantae

Podcarstvo Tracheobionta

Nadodeljak Spermatophyta

Odeljak Magnoliophyta

Klasa Magnoliopsida

Podklasa Asteridae

Red Lamiales

Familija *Lamiaceae/Labiatae*

Podfamilija *Nepetoideae*

Rod *Mentha* L.

Vrsta *Mentha x piperita* L. (pro. sp.) [*aquatica* x *spicata*]

Rod *Mentha* pripada familiji *Lamiaceae*, odnosno *Labiatae* (usnatice) koja broji 240 rodova i preko 7200 vrsta (Brauchler i sar., 2010). U flori RS Srbije, VI tom (Josifović, 1974), opisano je 30 rodova, a u okviru roda *Mentha* je opisano 6 vrsta. Primenom molekularnih metoda ustanovljeno je da se u okviru roda *Mentha* nalazi 29 vrsta, a od toga 11 hibridnih. Ove vrste su grupisane u četiri sekcije i to: *Pulegium*, *Tubulosae*, *Eriodentes* i *Mentha* (Tucker i Naczi, 2007). Vrste roda *Mentha* (Tabela 1) na taksonomskom nivou još uvek nisu jasno rasčlanjene zbog izražene hibridizacije i varijabilnosti na nivou vrsta. Hibridizacija u okviru roda *Mentha* je veoma učestala (Gobert i sar., 2002; Fialova i sar., 2015), zbog čega je i determinacija okrenuta više ka morfološkim i anatomskim karakteristikama. Pitoma nana (*Mentha x piperita* L.) se zbog toga isključivo razmnožava vegetativnim putem, jer ova vrsta predstavlja višestruki hibrid koji je nastao višestrukim ukrštanjem barske i zelene nane (*M. aquatica* x *M. viridis*) (Jančić, 1998; Carrubba i Catalano, 2009). Vrsta *M. viridis* je takođe hibrid koji je nastao ukrštanjem šumske i okrugloisne nane (*M. silvestris* x *M. rotundifolia*).

U Flori SR Srbije (Josifović, 1974) rod *Mentha*, predstavljen je sa šest vrsta:

- *M. piperita* (L.),
- *M. pulegium* (L.),
- *M. arvensis* (L.),
- *M. aquatica* (L.),
- *M. longifolia* (L.) Huds., i
- *M. spicata* (L.)

Tabela 1. Morfološke karakteristike vrsta roda *Mentha*

	Stablo (razgranato) (cm)	List (testerasto usečen, ovalan)	Maljavost	Cvast (cimozne cvasti - dihazijalne)
<i>M. piperita</i>	30-100	naspramni, na lisnim peteljka	list	klasolika cvast na vrhu stabla
<i>M. pulegium</i>	10-50		cela biljka	pazušne cvasti, pršljenosto raspoređene
<i>M. arvensis</i>	15-100	gornji listovi sedeći	list	lažni pršljenovi
<i>M. aquatica</i>	20-100	dugačka lisna peteljka	list	glavičaste cvasti, lažni pršljenovi
<i>M. longifolia</i>	30-100 (180)	gornji listovi sedeći, donji na kratkim peteljka	cela biljka	cilindrične cvasti na vrhu stabla
<i>M. spicata</i>	10-150		list	klasolike cvasti, prešljenasto raspoređene na vrhu stabla

Vrsta *Mentha x piperita* (pitoma nana, paprena, crna nana, menta ili metvica) opisana je u Flori Srbije (Josifović, 1974) kao višegodišnja zeljasta biljka, geofit, sa snažno razvijenim podzemnim stablom - rizomom, sa velikim brojem izdanaka, tj. stolona. Stolone se razvijaju po površini zemljišta kao i na dubini oko 5 cm. Podzemne stolone su bele boje, a površinske ljubičasto-zelene. Iz površinskih stolona iz kolenaca se razvija korenov sistem (u smeru delovanja gravitacione sile) i novi nadzemni izdanci (suprotno delovanju gravitacione sile), koji omogućavaju ovoj vrsti brzo širenje i zauzimanje prostora. Stolone služe za vegetativno razmnožavanje pitome nane. U zemljištu prezimljava nepovoljni period godine u fazi stolona, koje počinju da se razvijaju kada temperatura zemljišta dostigne 2 – 3°C. Formiranje izdanaka i korena iz stolona a zatim i nicanje počinje kada zemljište dostigne temperaturu od 10°C (Stepanović i Radanović, 2011). Nakon nicanja, vegetacioni period nane obično traje od 80 do 100 dana, odnosno od marta/aprila meseca do jula kada je prva žetva, a nakon toga od jula do septembra/oktobra kada je period druge žetve. Vrsta je nitrofilna i heliofilna.

Osnovna morfološka karakteristika po kojoj je familija *Lamiaceae* i dobila ime usnatice je građa cveta (*flos*), koji je dvousnat i zigomorfan. U Flori SR Srbije, Josifović (1974) opisuje pripadnike roda *Mentha* na sledeći način: vrste koje imaju četvrtasto stablo, i dvousnate cvetove, koji su najčešće sakupljeni u cimozne cvasti. Cvasti (*inflorescentia*) mogu biti pazušne u obliku prividnih pršljenova, ili su češće na vrhovima grana, odnosno izdanka i mogu biti u vidu glavice (*capitulum*) ili klasolikih cvasti. Cvetovi su hermafroditni ili jednopolni, muški sa zakržljanim plodnikom, ženski sa zakržljanim kratkim prašnicima, a biljke su jednodome ili dvodome. Cvetovi različitog pola su često raspoređeni na različitim granama cvasti ili na jednoj istoj cvasti. Čašica (*cayx*) je zvonasta ili dvousnata, izgrađena od pet sraslih listića (Jančić, 2010), ljubičaste boje, cevasta i dužine 3 – 4 mm, dok je krunica svetloljubičasta ili ružičasta (Josifović, 1974). Takođe, i krunicu (*corolla*) gradi pet sraslih listića koji su u donjem delu srasli i formiraju cev, na čijem se obodu nalaze karakteristične dve usne. Prašnika (*androecium*) ima četiri, dva duža i dva kraća (Jančić, 2010) i kraći su od krunice iz koje štrči stubić. U dugačkom stubiću (*stylus*) se nalazi tučak (*gynaecium*) koji ima dvorežnjeviti žig (*stigma*). Plod je sitna orašica. Listovi su naspramno postavljeni, prosti, nazubljeni ili češće testerasto usečeni, na vrhu zaoštreni. Pricvetni listovi su slični listovima na stablu, samo su nešto sitniji. U okviru ove familije najčešće se javljaju dva osnovna tipa polena u odnosu na broj apertura (otvor na površini polenovog zrna, tj. mesto na kome je egzina tanka ili je nema). Ukoliko je apertura u obliku brazde (*colpus*), onda se polen naziva kolpatni, a ukoliko je kao pora (*porus*) onda se polen naziva poratni (Jančić, 2010). Kod podfamilije *Lamioideae* polen je trikolpatan tj. postoje tri brazde na egzini, a heksakolpatan je

karakteristika podfamilije *Nepetoideae* tj. na egzini se nalazi šest brazda. Nadzemni izdanci visoki su od 30 – 100 cm, četvrtasti, uspravni, razgranati, nekada sa poleglom osnovom, gusto dlakavi ili potpuno goli. Ukoliko je stablo golo (dlake se jave samo na rubovima stabla), tada je ono zelene ili crvenkaste boje. Jedinke čije je stablo obraslo dlakama imaju sivo zelenu boju. Listovi su naspramno raspoređeni po stablu, testerasto usečeni, sa jako puno žlezdanih dlaka koje se javljaju više na naličju lista nego na licu.

U WHO (World health organization) monografijama (Anonymus, 2010) vrsta *Mentha x piperita* (L.) opisuje se na sledeći način: višegodišnja biljka, visine izdanka od 30 – 90 cm. Stabljika četvrtasta, uspravna i razgranata. Listovi su naspramni, na lisnim peteljicama, ovalno-duguljasti do izduženo-kopljasti, nazubljeni, na vrhu šiljati i sa naličja tamno zeleni. Cvetovi su ljubičasti, javljaju se u većoj brojnosti na terminalnim cvastima; svaki cvet ima čašicu od pet sraslih listica, koji imaju malje, ljubičaste su boje, nepravilnog oblika, i krunice koju grade četiri srasla listića. Cvetovi imaju dugački stubić na kome se nalazi tučak koji ima dvorežnjeviti žig. Plod je merikarpium, obično sa četiri orašice koje se formiraju u plodniku.

2. 1. 2. Opis biljne droge pitome nane u odnosu na zahteve tržišta

U WHO monografijama (Anonymus, 2010) kao komercijalni preparati navode se suv list pitome nane (*Mentha piperita folium*) i etarsko ulje (*Mentha piperitae aetheroleum*). Prema definiciji i opisu biljne droge suv list pitome nane se opisuje kao zelen do zelenosmeđe boje. Listovi mogu biti celi, u delovima ili isečeni; tanki i krhki; lisna površina dužine 3 – 9 cm i širine od 1 – 3 cm, često zgužvani. Lisna nervna mreža je perasta, istaknuta na naličju lista, sa bočnim nervima pod uglom od 45°C. Naličje lista je blago maljavno i žlezdane dlačice (trihome) se vide ispod ručnih lupa kao jarko žute tačkice. Lisne peteljke su urezane, obično prečnika 1 mm i dužine 1 cm. Takođe, opisana su i organoleptička svojstva biljne droge i to miris: karakterističan, prodoran; ukus: karakterističan, aromatičan.

Mikroskopski pregled biljnog materijala podrazumeva:

- 1) posmatranje epidermisa lica lista koji čine velike, providne ćelije epidermisa (obično ne sadrže hlorofil) sa zakrivljenim, vertikalnim zidovima i nekoliko žlezdanih dlaka;
- 2) palisadno tkivo, koje je sačinjeno od sloja cilindričnih ćelija koje su bogate hloroplastima;
- 3) sunderasto tkivo od četiri do šest slojeva ćelija koje su nepravilnog oblika, a između ćelija se nalazi međućelijski prostor;
- 4) naličje lista je sačinjeno od malih epidermalnih ćelija sa zakrivljenim, vertikalnim zidovima i brojnim stomama;
- 5) u regiji nerava i srednjeg glavnog nerva, nalaze se izraštaji u vidu nežlezdanih i žlezdanih dlaka. Nežlezdane dlake su sačinjene od jedne do osam ćelija, dok su žlezdane dlake sačinjene od drške koju čine jedna do dve nesekretorne ćelije i glave koja sadrži jednu do osam sekretornih ćelija u kojima se kasnije može videti etarsko ulje;
- 6) polen je okrugao i glatke površine.

Prma zahvrevima koji se ističu u WHO monografijama (Anonymus, 2010) po pitanju hemijskih svojstva vrste *Mentha x piperita*, sadržaj etarskog ulja u celim listovima ne treba da bude manji od 1,2%, dok usitnjen list ne treba da sadrži manje od 0,9% (v/w). U Evropskoj Farmakopeji (Ph. Eur 3.) izdvojeno je da u listu pitome nane sadržaj etarskog ulja u celoj drogi treba da bude minimalno 12 ml kg⁻¹, dok za sečenu drogu sadržaj treba da bude minimalno 9 ml kg⁻¹. U WHO monografijama (Anonymus, 2010) se ukazuje da u listu treba da se nalazi od 0,5 do 4% etarskog ulja, koje sadrži komponente mentol (30 – 55%) i menton (14 – 32%). Mentol se javlja uglavnom u obliku slobodnog alkohola, sa malim količinama acetata (3 – 5%) i estara valerata. Ostali monoterpeni koji su prisutni su izomenton (2 – 10%), 1,8-cineol (6 – 14%), α-pinen (1,0 – 1,5%), β-pinen (1 – 2%), limonen (1 – 5%),

neomentol (2,5 – 3,5%) i mentofuran (1 – 9%). Međunarodni ISO standard (856: 2006), propisuje opseg variranja izdvojenih i već pomenutih glavnih komponenti etarskog ulja pitome nane s tim što ih deli u dve grupe u zavisnosti od porekla ulja. Pa tako, etarsko ulje proizvedeno od pitome nane gajene u SAD-u sadrži komponente u sledećem opsegu: mentol (36 – 46%), menton (15 – 25%), izomenton (2 – 4,5%), limonen (1 – 1,5%), neomentol (2,5 – 4,5%), mentofuran (1,5 – 6%), trans-sabinenhidrat (0,5 – 2,3%), pulegon (0,5 – 2,5%), mentilacetat (3 – 6,5%) i β -kariofilen (1 – 2,5%). Etarsko ulje proizvedeno od pitome nane gajene u drugim državama sadrži komponente u sledećem opsegu: mentol (32 – 49%), menton (13 – 28%), izomenton (2 – 8%), mentilacetat (2 – 8%), mentofuran (1 – 8%), neomentol (2 – 6%), β -kariofilen (1 – 3,5%), limonen (1 – 3%), pulegon (0,5 – 3%) i trans-sabinenhidrat (0,5 – 2%).

Testovi koji su predloženi u WHO monografiji (Anonymus, 2010), a koji se odnose na čistoću sirovine lista pitome nane, u smislu prisustva stranih organskih materija (što se odnosi na stabljike prečnika većeg od 1,5 mm), ukazuju da prisustvo ne sme biti iznad 5%, dok prema Evropskoj Farmakopeji (Ph. Eur. 3) maksimalna količina ove strane materije može da iznosi 1,5%. Takođe, WHO monografija (Anonymus, 2010), kao i Evropska Farmakopeja, ne dozvoljavaju prisustvo više od 8% listova koji sadrže braon mrlje izazvane gljivom *Puccinia menthae*, kao ni prisustvo više od 2% drugih stranih materija. U Evropskoj Farmakopeji (Ph. Eur. 3) se dodatno još ističe da sadržaj vlage u listu pitome nane može biti maksimalno 11,0%, sadržaj ukupnog pepela maksimalno 15,0%, dok sadržaj pepela nerastvorljivog u HCl može biti maksimalno 1,5%.

2. 1. 3. Poreklo, rasprostranjenost i proizvodnja pitome nane

Postoje zapisi da su stari Egipćani koristili etarsko ulje nane zbog njegovih lekovitih svojstava još 410 godina pre nove ere (Kišgeci i sar., 1998), a hibrid *Mentha x piperita*, koji se i danas gaji, je stvoren u XVI veku u Engleskoj, oblast „Mitcham“ (Maksimović i sar., 1998). U svetu je jedna od najstarijih gajenih lekovitih i aromatičnih biljnih vrsta, koja se u 2018. godini gajila na 3 500 ha (FAOSTAT, 2017). U našem podneblju se gaji još od XIX veka, počevši posle Prvog svetskog rata na području Vojvodine. Za vreme okupacije (1941 – 1945), ova kultura je bila u potpunosti uništena ali je ponovo počela da se gaji na prostoru Vojvodine i Slavonije po završetku Drugog svetskog rata (Mihajlov, 1998).

U Srbiji pitom nana je zastupljena kao divlja vrsta, a u Flori SR Srbije (Josifović, 1974) navodi se da su staništa ove vrste većinom vlažna i močvarna (u uvalama, kraj bara, jezera, u rečnim dolinama itd.), ali se može javiti i na livadama i suvim staništima. Karakteriše se širokim arealom rasprostranjenosti, ali je veoma osetljiva na sušu, što u današnje vreme može dovesti do izumiranja ove biljne vrste sa određenih prostora naše zemlje. Zbog toga se ova vrsta često gaji u sistemu za navodnjavanje (Stepanović i Radanović, 2011). Vrsta može uspevati na velikim nadmorskim visinama, ali gajenje na visini preko 800 m.n.v može imati negativne posledice po prinos (Stepanović i Radanović, 2011). S druge strane, Stepanović i sar. (1993) su gajili ovu vrstu na različitim nadmorskim visinama u Srbiji i dobili visok sadržaj etarskog ulja na većim nadmorskim visinama (i do 820 m.n.v.), pa s tim u vezi pažljivo treba odabrati podneblje u kom će se gajiti pitoma nana u zavisnosti od potreba proizvođača.

Naučno su dokazana i priznata mnoga lekovita svojstva pitome nane, široko prepoznata od strane farmaceutske, kozmetičke i prehrambene industrije, a i u narodu je dobro poznata i često se koristi za pripremu čaja ili kao začim u kulinarstvu. U vremenu globalizacije, posebno se ističu problemi koji se kod ljudi javljaju zbog upotrebe hemijskih aditiva, pa je upotreba lekovitog bilja, a posebno pitome nane, značajan izvor ukusa i antioksidanasa u prehrambenoj industriji (Peter, 2012). Mentol, koji je glavna komponenta, se koristi kao dodatak mnogim proizvodima koji se upotrebljavaju širom sveta, kao što su žvakaće gume, čokolade, sladoledi i različiti drugi slatkiši, alkoholni likeri,

mešavine začina. U farmaceutskoj industriji se koristi za aromatizaciju mnogih lekova a nezaobilazan je dodatak preparatima protiv kašlja. U sastavu je mnogih oralnih preparata kao što su paste i konci za zube, sredstva za ispiranje usta i osveživači daha. Thompson (1989) je jedan od prvih naučnika koji je ispitivao delovanje etarskog ulja pitome nane i uspešno ga koristio kao konzervans protiv gljiva koje se javljaju u skladištima na hrani, a za komponente ovog ulja je kasnije otkriveno da imaju i antimikrobnu, citostatičku, fungicidnu i insekticidnu aktivnost (Sivropoulou i sar., 1995; Nikolić i sar., 2014). Takođe, pitoma nana spada i u medonosne biljke, čime se ističe značaj vrste u pčelarstvu i poljoprivredi. Zbog svega navedenog, zauzima jedno od vodećih mesta u proizvodnji lekovitog i aromatičnog bilja u Srbiji (Stepanović i Radanović, 2011) i svetu (FAOSTAT, 2017). Stepanović i Radanović (2011) navode da se lekovita svojstva upotrebe čaja, kao i mešavine čaja sa pitomom nanom, ogledaju u lečenju organa za varenje i organa za disanje. Čaj se koristi protiv stomačnih problema koji se javljaju u vidu nadimanja, grčeva i pri varenju, kod glavobolja i migrena, kao i menstrualnih bolova (Peter, 2012). Etarsko ulje pitome nane ima široku primenu, zbog svojih najzastupljenijih komponenti, mentola i mentona.

Velike potrebe za biljnom sirovinom pitome nane, listom (*Mentha piperitae folium*) i nadzemnim delom (*Mentha piperitae herba*), kao i etarskim uljem (*Aetheroleum menthae piperitae*) dovele su do toga da se ova kosmopolitska vrsta gaji širom sveta, i to u Evropi, Sjedinjenim Američkim Državama, Indiji, Kini i bivšem SSSR-u (Aflatuni, 2005). Na poljoprivrednim površinama u svetu se pored ove vrste gaje i *Mentha spicata*, *Mentha crispa*, *Mentha gracilis* i *Mentha arvensis* (Kojić i Jančić, 1998). Pitoma nana se danas gaji na oko 200 ha u Srbiji i to u najvećoj meri u Vojvodini, Pomoravlju i Kolubarskom okrugu (Stepanović i Radanović, 2011). Po podacima koje je objavila Prehrambena i poljoprivredna organizacija ujedinjenih nacija (FAOSTAT, 2017), najveća proizvodnja pitome nane u poslednjih 10 godina (2008 - 2018) je zabeležena u Africi (91,4% od ukupne svetske proizvodnje), zatim po opadajućem redosledu u Americi (8,1%), Evropi (0,5%) i Aziji (0,1%). U 2018. godini, pitoma nana je gajena u celom svetu na površini od 3 525 ha, a ukupno je proizvedeno 106 728 t. U ovoj godini izdvojila se država Maroko u kojoj je proizvedeno 98 704 t pitome nane, zatim Argentina sa 7 063,0 t, na trećem mestu po proizvedenoj sirovini u 2018. godini je bio Meksiko sa 657,0 t i na četvrtom mestu Bugarska sa 154,0 t.

2. 2. Štetni agensi za proizvodnju pitome nane

Proizvodnju lekovitog bilja, kao i drugih useva ugrožavaju brojni štetni agensi, a pre svega korovi, prouzrokovaci bolesti i štetočine. Imajući u vidu ograničene mogućnosti upotrebe pesticida u proizvodnji lekovitog bilja, rešavanje ovih problema je komplikovanije i teže nego u drugim usevima.

2. 2. 1. Štete od korova, bolesti i štetočina

Korovi štetno utiču na gajenu biljku i neophodno ih je suzbijati u svim usevima, pa tako i u lekovitom bilju. Upadhyay i sar. (2011) navode da u proizvodnji lekovitog bilja, čiji vegetacioni period traje jednu godinu, do najvećih gubitaka prinosa dovode korovi (do 45%), zatim insekti (do 30%), prouzrokovaci različitih bolesti (do 20%), dok ga ostale štetočine umanjuju samo za 5%. Korovi se javljaju kao konkurent gajenih biljaka, veoma lako se reprodukuju i šire, a samim tim dovode do izražene negativne korelacije između prinosa gajenog lekovitog bilja i korova (Upadhyay i sar., 2011; Carrubba, 2017). Takođe, mogu izazvati probleme prilikom primene mehanizacije tokom žetve, usled toga što se neke vrste (uglavnom zbog toksičnih osobina) ne smeju naći u prinosu, dok samo prisustvo korova utiče na metaboličke procese u lekovitom bilju i deluju na promene sekundarnih biljnih metabolita – etarskih ulja (Carrubba, 2017). Takođe, utiču negativno i na krajnju tržišnu vrednost biljne droge (Upadhyay i sar., 2011). Stoga, suzbijanje korova je nezaobilazno u tehnologiji gajenja lekovitog

bilja, gde se korovi suzbijaju primenom dozvoljenih mera za lekovito bilje, koje su nalik principima organske proizvodnje (Radanović i Nastovski, 2002). Odabir adekvatnih mera suzbijanja treba da štiti usev što je duže moguće i da obezbedi dobar kvalitet proizvedenih biljnih sirovina, s obzirom da ga korovi narušavaju (Upadhyay i sar., 2011; Carrubba, 2017). Biljna sirovina može biti nadzemna biomasa ili samo lisna biomasa, seme, etarsko ulje, koren i sl. Mnogi autori navode da su korovi glavni uzročnik smanjenog prinosa, nadzemne biomase i lista vrsta roda *Mentha* (Darre i sar., 2004; Singh i Saini, 2008; Matković i sar., 2016; Karkanis i sar., 2017). Matković i sar. (2016) zabeležili su gubitak nadzemne biomase pitome nane od 88% u prisustvu korova na području Južnog Banata, dok su Darre i sar. (2004) utvrdili da je gubitak prinosa iste vrste od 35,7% do 50,9% u slučaju zakorovljenosti, na lokalitetu Kordobe u Argentini. Korovi su doveli i do značajnog smanjenja prinosa vrste poljska nana (*Mentha arvensis*) na teritoriji Indije, gde je zabeležen prosečan gubitak nadzemne biomase od 40,3% (Singh i Saini, 2008). Smanjenje biomase vrste korijandar (*Coriandrum sativum*) usled zakorovljenosti u proseku je iznosilo 77,3% za period od četiri godine na Siciliji (Carrubba i Militello, 2013), dok je za istu vrstu zabeležen gubitak biomase od 53,6% na teritoriji Indije (Choudhary i sar., 2014). Carrubba i Militello (2013) su registrovali velike gubitke biomase morača (*Foeniculum vulgare*) od 80,6%, dok su Yousefi i Rahimi (2014) zabeležili redukciju prinosa iste vrste od 91,7% usled zakorovljenosti. Podaci o uticaju korova na seme pitome nane nisu zabeleženi, s obzirom da se ova vrsta uglavnom razmnožava vegetativnim putem, dok je kod drugih lekovitih vrsta, koje se gaje radi semena, uticaj ipak zabeležen. Tako, Carrubba i Militello (2013) su u Italiji utvrdili gubitak prinosa semena korijandra od 67,6% usled zakorovljenosti, dok je gubitak prinosa semena iste vrste, zabeležen u Indiji bio 61,9% (Choudhary i sar., 2014), a u Iranu 98,3% (Yousefi i Rahimi, 2014). Carrubba i Militello (2013) su takođe utvrdili i redukciju prinosa semena od 79,6% u usevu morača. Podaci o uticaju korova na etarsko ulje su oprečni, pa je tako sadržaj etarskog ulja vrsta iz roda *Mentha* u Indiji bio veći za 12,3% u uslovima zakorovljenosti nego u odsustvu korova (Singh i Saini, 2008). Slično tome, u zakorovljenom usevu bosiljka (*Ocimum basilicum*) prinos etarskog ulja je bio viši za 15,1% nego na nezakorovljenoj površini (Sarrou i sar., 2016). Takođe, Zheljazkov i sar. (2006a) su uočili povećanje prinosa etarskog ulja gujine trave (*Silybum marianum* L.) za 33,5% pod uticajem korova. Suprotno navedenom, Singh i Saini (2008) su utvrdili redukciju sadržaja etarskog ulja poljske nane za 35,7% pod uticajem korova, dok su Kothari i sar. (1991) kod iste vrste utvrdili redukciju od 74,4% u prvoj žetvi i 70,0% u drugoj žetvi.

Redukciju prinosa pitome nane i njegovog kvaliteta mogu prouzrokovati i patogeni organizmi, kao i štetočine. Najznačajnije bolesti pitome nane su rđa nane, čiji prouzrokovač je *Puccinia menthae* (Edwards i sar., 1999), i verticiliozno uvenuće, čiji prouzrokovač je *Verticillium dahliae* (Ivanović i sar., 1998). Parazitna gljiva *Puccinia menthae* u povoljnim uslovima spoljašnje sredine može izazvati štete i do 30% na našem podneblju (Ivanović i sar., 1998), usled čega dolazi do sušenja i opadanja lišća, a u Australiji je zabeležena defolijacija od 67% (Edwards i sar., 1999), čime se drastično redukuje biomasa. Takođe, može smanjiti prinos ulja od 30% (Edwards i sar., 1999) do 50% (Edwards i sar., 2000), kao i njegov kvalitet (Edwards i sar., 2000). Osim na nadzemne organe, ova gljiva može uticati i na podzemne ograde odnosno razvoj i broj stolona u površinskom sloju zemljišta (Edwards i sar., 1999). U koliko se ne poštuje plodored i pitoma nana se gaji na istoj lokaciji kao monokultura, ova vrsta može biti veoma štetna, pošto prezimljava na postžetvenim ostacima biljaka nane (listovi, stabljike i stoloni) (Ivanović i sar., 1998). Verticiliozno uvenuće dovodi do pojave žutih listova, koji se uvrću i kovrdžaju od vrha prema osnovi biljke, a zatim listovi uvenu i opadnu, a prinos je u proseku smanjen za oko 10% (Horner, 1955). Osim navedenih, ističu se i bolesti pegavost lišća, čiji prouzrokovač je *Septoria menthae*, kao i pepelnica, čiji prouzrokovač je *Erysiphe biocellata* i uvenuće prouzrokovano gljivama iz roda *Fusarium* sp. Pored navedenih fitopatogenih gljiva, štetočine pitome nane su uglavnom polifagne vrste i to žičnjaci, grčice, cikade, lisne vaši i lisne sovice, ali insekti nisu

limitirajući činičac za gajenje ove biljne vrste i ne dovode do većih ekonomskih posledica (Ivanović i sar., 1998).

Pored negativnog uticaja korova, patogeni i štetočina, na kvalitativne i kvantitativne osobine prinosa lekovitog bilja, a naročito roda *Mentha*, utiču još neki faktori (Dražić, 1998) u koje se ubrajaju sledeći: tip zemljišta, a naročito povećan salinitet tla (Khorasaninejad i sar., 2010), stres izazvan sušom (Khorasaninejad i sar., 2011), vegetacioni prostor i lokacija na kojoj se gaji pitoma nana (Zheljazkov i sar., 2009), vreme žetve, sušenje i skladištenje, dok u genetičke faktore spadaju sorta, otpornost na bolesti i štetočine, reakcija na tip zemljišta, usvajanje hraniva, pogodnosti za mehanizovanu žetvu i sušenje, kao i anatomska svojstva lišća. Pored spoljašnjih faktora, na kvantitet i kvalitet lekovitog bilja utiče i primenjena tehnologija gajenja, koja podrazumeva vreme sadnje (Singh i Saini, 2008), način prihrane biljaka (Tabatabaie i Nazari, 2007; Radanović i sar., 2007), kao i vreme i način žetve (Zheljazkov i sar., 2009; Rohloff i sar., 2005).

2. 3. Mogućnosti suzbijanja korova u lekovitom bilju

S obzirom da najveći problem u proizvodnji lekovitog bilja predstavljaju korovi, posebna pažnja proizvođača je usmerena na mere za njihovo suzbijanje. Mere borbe protiv korova se mogu podeliti na **indirektne mere** (čist semenski materijal, ispravan postupak sa otpacima u poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji, pravilno rukovanje stajnjakom i kompostom, uništavanje korova van obradivih površina i higijena radnih mašina, poljoprivrednih i drugih pomoćnih objekata) i **direktne mere** (agrotehničke, biološke, hemijske i fizičke).

Agrotehničke mere su nezaobilazne u svim usevima, pa tako i u lekovitom bilju. U njih se ubrajaju osnovna i dopunska obrada zemljišta, predsetvena prirema zemljišta, đubrenje, vreme, gustina i dubina setve, međuredno kultiviranje, zaoravanje strništa i plodored. Dobar predusev za mnoge lekovite biljne vrste je pšenica i ostala strna žita, jer dovode do smanjenja pojave korova a i onemogućavaju mnogim biljnim bolestima lekovitog bilja da se prenose preko biljnih ostataka (Stepanović i Radanović, 2011). Dobar predusev za pitomu nanu su visegodišnje leguminoze s obzirom da ova biljna vrsta ima velike zahteve za hranivima u zemljištu (Stepanović i Radanović, 2011). Zahtev za hranivima određene lekovite i aromatične biljne vrste zavisi od finalnog proizvoda odnosno da li gajimo vrstu zbog herbe, lista, korena, semena ili ploda. Vrste koje se gaje zbog svoje lisne mase, poput pitome nane i matičnjaka, pozitivno reaguju na đubrenje azotom, pa su zbog toga dobri predusevi leguminoze (Stepanović i Radanović, 2011).

Biološke mere suzbijanja korova predstavljaju korišćenje prirodnih neprijatelja (insekata, grinja, nematoda, fitopatogenih mikroorganizama i biljaka) ili njihovih produkata za smanjenje i regulisanje gustine populacije štetnih organizama (Driesche i Bellows, 1993). Volenberg i sar. (1999) su uspešno koristili larve moljca *Eteobalea serratella* u suzbijanju korova *Linaria vulgaris* u pitomoj nani i postigli redukciju korovske vrste za 65%. U današnje vreme interesovanje za istraživanje bioloških mera je veliko, ali će njihova primena tek doći do izražaja u usevima kao što je lekovito bilje, gde hemijsko suzbijanje nije dozvoljeno ili je ekonomski ili ekološki neopravdano (Hoddle, 2002). Takođe, istraživanja ovih mera su ekološki prihvatljiva, kreću se u pravcu suzbijanja invazivnih vrsta i navode se kao jedna od opcija koja može poslužiti u njihovom efikasnom suzbijanju (Hoddle, 2002).

Hemijske mere (upotreba herbicida) u lekovitom bilju su ograničene usled toga što u našoj zemlji ne postoje registrovana sredstva za primenu u ovim usevima. Ipak, postoji lista dozvoljenih ostataka pesticida, koja se mora uzeti u obzir ukoliko se pesticidi koriste, pri čemu je veoma važno voditi računa o vremenu njihove primene. Lekovito bilje se gaji na malim površinama u odnosu na površine pod ratarskim, voćarskim i vinogradarskim kulturama, pa interesovanje hemijskih kompanija za registraciju herbicida koji bi se koristili u ovim usevima nije veliko (Dajić Stevanović i Pjevljakušić, 2015). Rezultati istraživanja mogućnosti primene pojedinih herbicida su različiti, u zavisnosti od

aktivne materije i vrste lekovitog bilja. Kišgeci i Adamović (1994) su za suzbijanje jednogodišnjih korova u zasadu pitome nane ispitivali PRE-EM herbicide terbacil (2 do 3 kg ha⁻¹), propizamid (8 kg ha⁻¹) i prometrin (3 kg ha⁻¹), koji su pokazali zadovoljavajuć efekat. S druge strane, primena prometrina u fazi kada je list nane bio u potpunosti razvijen, dovela je do potpunog gubitka (defolijacije) lisne mase (Darre i sar., 2004). Za uspešno suzbijanje korova, Schmate i sar. (2009) preporučuju upotrebu aktivnih materija fluazifop-P-butil, kvizalofop-P-etil, metamitron i klopivalid nakon sadnje i posle nicanja. U fazi cvetanja, Karkanis i sar. (2017) su zabeležili da je primena herbicida pendimetalin, linuron i oksifluorfen suzbila korove i time pozitivno uticala na rast biljaka pitome nane, tako što su biljke bile više za 24% nego u nezakorovljenoj kontroli, što je utvrđeno i kod vrste *M. spicata* (31% više biljke). S druge strane, korišćenje pendimetalina posle prve žetve, dovelo je do odloženog (usporenog) obnavljanja pitome nane u periodu nakon prve a pre druge žetve (Boydston i sar., 2010), kao i inhibicije rasta i deformacije listova (Schmatz i sar., 2009).

Fizičke mere suzbijanja korova su nezaobilazne nehemijske mere i veoma su korisne kako u organskoj proizvodnji (Barberi, 2002), tako i u lekovitom bilju (Upadhyay i sar., 2012). Postoje različita mišljenja u tumačenju fizičkih mera suzbijanja korova. Hatcher i Melander (2003) navode četiri fizičke mere i to: mehaničke, termičke, košenje i združeni usevi. Chicouene (2007) je utvrdio da je mehaničko uklanjanje korova najpoželjnija metoda njihovog uklanjanja ukoliko je hemijsko suzbijanje zabranjeno u usevima, dok Carrubba i Catalano (2009) ističu da je uz mehaničko uklanjanje bitno i zasnivanje zasada lekovitog bilja odnosno međuredni razmak kao i vrsta mehanizacije koja će se koristiti. Tako su Carrubba i sar. (2001) utvrdili da je sadnja organa u duple redove umesto standardne sadnje u pojedinačne redove uz mehaničko uklanjanje obezbedila uspešno suzbijanje korova. Upadhyay i sar. (2012) su se u okviru fizičkih mera upravljanja korovima u lekovitom bilju, usredsredili na plevljenje, okopavanje i korišćenje malča. Upotreba malča se često svrstava u fizičke mere suzbijanja korova, jer se smatra da malčevi vrše fizički pritisak i na taj način suzbijaju korove (Teasdale i Mohler, 2000). Jedno od najopširnijih objašnjenja fizičkih mera je opisao Bond sa sar. (2003) i po njihovom mišljenju ove metode obuhvataju mehaničke, pneumatske, termičke i upotrebu malča. U mehaničke se svrstava korišćenje različitih alata kao što su ručni alati (drljača, motika, kultivator, traktorska kosilica i kosačice), dok se u termičke ubrajaju upotrebu plamena, infracrvenog zračenja, smrzavanje, upotreba pare, upotreba električne struje, elektrostatičkih polja, upotreba lasera, ultraljubičastih zraka i solarne energije (Bond i sar., 2003). Carrubba i sar. (2009) su utvrdili da je upotreba plamena u korijandru i komoraču pokazala odličan efekat u suzbijanju jednogodišnjih korova, kao što je utvrdio i Martini (1996) u lavandi i žalfiji ali i uz međuredno okopavanje. Odabir mehaničkih mera zavisi prvenstveno da li se koriste u međuredu gajenih biljaka ili u redu (Carrubba i sar., 2013), kao i od tipa zemljišta i alata koji se koristi (Bowman, 1997). Bond i sar. (2003) navode da se od malčeva mogu koristiti živi malčevi, veštački malčevi u vidu ostataka i malč folije, dok Wilson (1990) navodi da se kao malč mogu koristiti usitnjeni žetveni ostaci, biljke niskog habitusa, kao i razni organski i neorganski materijali kojima se prekriva površina zemljišta.

Najefikasnija mera za suzbijanje korova u lekovitom bilju jeste njihovo ručno uklanjanje, kao i okopavanje između redova (Carrubba i Militello, 2013; Dajić Stevanović i Pjevljakušić, 2015; Matković i sar., 2016; Carrubba, 2017). Veliki problem predstavlja pronalaženje radne snage zbog uslova rada na otvorenom polju (Radanović i Nastovski, 2002; Dajić Stevanović i Pjevljakušić, 2015), kao i njihovog sezonskog angažovanja. Korišćenje ovih mera je nekada i ekonomski neisplativo, s obzirom da je Pank (1992) procenio da je za ručno uklanjanje korova u usevima lekovitog bilja potrebno od 200 do 600 radnih sati po hektaru, dok je Van der Weide sa sar. (2008) procenio da je potrebno 162 sata po hektaru u usevu komorača. Takođe, više od 90% od ukupne potrošnje za suzbijanje korova odlazi na angažovanje radne snage (Pank, 1992). Kao rešenje za smanjenje angažovanja ljudske radne snage Ascard i sar. (2014) su predložili korišćenje već navedenih mehaničkih i fizičkih mera. Upotreba malča, kao fizička, nehemijska metoda gajenja biljaka je

ekonomski isplativa samo u usevima koji imaju visoke prinose ili je visoka cena otkupne robe, kao što je slučaj sa lekovitim biljem, kako bi se mogli nadoknaditi troškovi (Hoppe, 2009).

U usevima lekovitog bilja se najčešće primenjuje skup različitih mera, koje predstavljaju **integralne mere** borbe protiv korova čija primena ima za cilj smanjenje populacije korova kao i da ih zadrži na nivou ispod praga ekonomske štetnosti (Upadhyay i sar., 2011). Princip integralnog suzbijanja korova predstavlja osnovu za razvoj sistema suzbijanja korova i efikasnu primenu pesticida. Takođe, poznavanje kritičnog perioda za suzbijanje korova je od velikog značaja prilikom određivanja integralnih mera, a Knežević i sar. (2002) su ga definisali kao vremenski period između kritičnog vremena za uklanjanje korova i kritičnog perioda bez korova. Kritičan period predstavlja osnovu i smatra se prvim korakom u kreiranju strategije integralnih mera, a predstavlja period u toku vegetacionog razvoja useva u kom korovi moraju biti suzbijeni da bi se sprečili gubici u prinosu (Knežević i sar., 2002). Kothari i sar. (1991) navode da je ključan period za suzbijanje korova između 30 i 75 dana u periodu od sadnje do prve žetve poljske nane, dok je između dve žetve ovaj period od 15 do 45 dana u Indiji. Takođe, Singh i sar. (1993) su na istom lokalitetu utvrdili da je kritičan period za suzbijanje korova u zasadu vrsta roda *Mentha* prvih 75 dana nakon sadnje i prve žetve, dok je između dve žetve taj period 60 dana. Podataka o kritičnom period za suzbijanje korova u zasadima vrsta iz roda *Mentha* na našem području još uvek nema.

2. 4. Malčevi: opšte karakteristike i upotreba

Malč, bilo da je prirodnog (organskog) ili sintetičkog porekla, utiče na razvoj i suzbijanje korova (Singh i Saini, 2008; Carrubba i Militello, 2013; Yousefi i Rahimi, 2014; Carruba, 2017), pojavu patogena i štetočina (Dhawan i sar., 2013), vlažnost (Monks i sar., 1997), temperaturu i pH reakciju zemljišta (Unger, 1978; Sonsteby i sar., 2004; Awodoyin i sar., 2007), kao i poboljšanje uslova i povećanje biološke raznolikosti zglavkara (Brown and Tworkoski, 2004). Usled intenzivnih padavina ili jakog vetra, malčevi mogu predstavljati i preventivnu meru za sprečavanje erozije (Döring i sar., 2005). Zahvaljujući suzbijanju korova i stvaranju povoljnih hidro-termičkih uslova u obradivom sloju zemljišta, malčevi pozitivno utiču na kvantitet i kvalitet prinosa gajenih biljaka, uključujući lekovite vrste *Mentha x piperita* (Rohloff i sar., 2005; Matković i sar., 2016), *Mentha arvensis* (Singh i Saini, 2008), *Foeniculum vulgare* (Carrubba i Militello, 2013; Yousefi i Rahimi, 2014), *Coriandrum sativum*, *Plantago psyllium* (Carrubba i Militello, 2013), *Ocimum basilicum* (Ricotta i Masiunas, 1991; Sarrou i sar., 2016), *Rosmarinum officinalis* (Ricotta i Masiunas, 1991; Fontana i sar., 2006), *Thymus serpyllum*, *Lavandula officinalis* (Fontana i sar., 2006), *Arnica montana* (Radanović i sar., 2007) i *Gentiana lutea* (Radanović i sar., 2016).

2. 4. 1. Vrste malčeva

Malčevi se mogu podeliti u odnosu na različite kriterijume. Tako prema poreklu materijala mogu biti prirodni i sintetički, pri čemu se prirodni dalje mogu podeliti na žive i prostirke. U zavisnosti od prirode malča, Bond i Grundy (2001) su podelili malčeve na žive i malč prostirke, koje mogu biti organske ili neorganske. Isti autori su malč folije svrstali u neorganske malč prostirke.

Različite vrste biljaka se seju kao **živi malč**, a može se koristiti pojedinačno jedna vrsta ili više vrsta u različitim smešama. Vrste koje se koriste u svrhu živog malča poseduju povoljne biološko-ekološke osobine, koje se odnose na njihovu primenu u potiskivanju odnosno sprečavanju klijanja i nicanja korova u usevu. Često je izražena negativna korelacija između gajene biljke i biomase korova, odnosno ukoliko se smanji prisustvo i biomasa korova, dolazi do povećanja prinosa i obrnuto. Teasdale i sar. (2007) su uočili da je u proseku procenat redukcije korova živim malčem od oko 70% doveo do znatnog povećanja prinosa, posmatrajući veći broj različitih useva. Didehbaz i sar. (2018) su procenili

da se živi malčevi kao što su jara i ozima pšenica, zatim ječam, kao i smeša ozime raži i ječma mogu uspešno koristiti u pitomoj nani za kontrolu korova, tako što redukuje njihovu biomasu i brojnost, a utiču i na samu pojavu korova. Takođe, pored uticaja na korove, živi malč od ozime pšenice je uticao na visok prinos etarskog ulja u listu pitome nane. Joogh i sar. (2016) su utvrdili efekat živog malča od pšenice i ječma na pitomu nanu i suhu biomasu korova, tako što je živi malč od ozime pšenice delovao na stvaranje većeg broja grana, na postizanje veće sveže i suve biomase lista pitome nane, dok je živi malč od ozime raži uticao na veću redukciju biomase korova do prve žetve. Piskavica (*Trigonella foenum-graecum* L.) je redukovala biomasu korova u korijandru, ali pošto kontrola korova nije bila jednako zastupljena cele vegetacione sezone, uz primenu živog malča autori su predložili i mehaničko uklanjanje korova (Pouryoucef i sar., 2015). Značajan broj istraživanja je posvećen ispitivanju efikasnosti i ekonomičnosti suzbijanja korova primenom vrsta iz familije *Fabaceae* (u narodu poznate kao mahunarke, leguminoze, leptirnjače), pošto pored toga što utiču na redukciju korova, vrste iz ove familije poboljšavaju plodnost zemljišta, tako što povećavaju količinu azota fiksacijom iz vazduha čime obezbeđuju konstantnu dostupnost azota u zemljištu (Enache i Ilnicki, 1990; Hartwig i Ammon, 2002). Time se stvaraju odlični preduslovi za razvoj useva, u smislu da podstiču njegov razvoj, čineći ga naprednijim, čime usev postiže značajnu prednost u odnosu na korove. Najčešće korišćena vrsta u istraživanjima je bela detelina (*Trifolium repens*) u okopavinama kao što su kukuruz (Yeganehpour i sar., 2015), suncokret (Amoghein i sar., 2013), soja (Sheaffer i sar., 2002), kupus (Brandsaeter i sar., 1998), brokoli (Warren i sar., 2015) i jagode (Univer i sar., 2009). Osim direktnih efekata na korove, kao njihove osnovne namene, živi malč indirektno deluje i na strukturu zemljišta (Mulumba i Lal, 2008), na smanjenje erozije tla (Hartwig i Ammon, 2002; Lenka i Lal, 2013), na smanjenje nitrata isparenja, a poboljšava i prečišćavanje otpadnih voda (Hartwig i Ammon, 2002), čime pozitivno utiče i na fitopatogene mikroorganizme, biljne štetočine, kao i na razne organizme u zemljištu.

Problem primene živih malčeva se ogleda u kompeticiji za osnovne životne resurse za koje se podjednako bore gajena vrsta i vrsta koja se koristi kao živi malč. Bilo kakvo pomeranje ove ravnoteže u korist živog malča, može ugroziti razvoj useva. Konkurentski odnosi gajenih i biljaka živog malča su potvrđeni u više istraživanja; u usevu soje i vrsta iz roda *Medicago* (Sheaffer i sar., 2002) je uočena redukcija korova, ali je živi malč negativno uticao na prinos, kao i u usevu kupusa gde je *Trifolium repens* umanjio prinos (Brandsaeter i sar., 1998). I pored toga, mnoga su istraživanja potvrdila da se živi malč može koristiti kao sredstvo za suzbijanje korova u održivim poljoprivrednim sistemima i predlaže se njihova primena kao alternativna nehemijska mera za fizičko suzbijanje korova, koja se može koristiti u okviru integralnih mera suzbijanja korova (Bond i Grundy, 2001; Teasdale i sar., 2007; Kruidhof i sar., 2008; Kitis i sar., 2011). Pored toga, za svaku meru koja se koristi u suzbijanju, veoma je važno obratiti pažnju na životni ciklus i fenofazu razvoja korova karakterističnih za dato podneblje. Teasdale i sar. (2007) su utvrdili da efikasan živi malč treba što manje da utiče na svetlost i pristupačnost vode i hranljivih materija u odnosu na usev u kome raste. Ukoliko se živi malč ograniči samo na međuredni prostor, sprečiće ili usporiti klijanje korova, a u koliko se pojave korovi, vodiće ka smanjenju produkcije njegovog semena (Teasdale i sar., 2007; Gibson i sar., 2011). Dakle, veoma je važno voditi računa da se uspostavi ravnoteža između gajenog bilja i biljaka živog malča, kako ne bi došlo do kompetitivne interakcije između te dve grupe biljaka, usev – biljka malč (Brainard i Bellinder, 2004). Ravnoteža se može postići odabirom vrsta koje imaju različite životne cikluse, sa posebnim akcentom na različito vreme nicanja (Liebman i Dyck, 1993) ili različito vreme sadnje/setve (Gibson i sar., 2011), kao i na habitus biljaka živog malča gde je poželjno da biljke budu niskog rasta i niže od useva.

Malč prostirke su prirodni ili sintetički materijali koji se koriste za zastiranje tla. Najčešće su to osušeni delovi biljaka, koji se mogu ostaviti na zemljištu posle žetve da se prirodnim putem osuše ili se mogu naneti naknadno, posle setve ili sadnje. Ovakav način zaštite bilja se može primeniti samo u širokoredim usevima.

Prednosti ovakvih malčeva su u tome što se mogu lako uneti u zemljište mehaničkim putem nakon primene, što rezultira mnogobrojnim prednostima, kao što su očuvanje zemljišne vlage i temperature (Lal, 1978; Ji i Unger, 2001; Kar i Kumar, 2007; Awodoyin i sar., 2007), sprečavanje prodiranja svetlosti do korova dajući prednost gajenim biljkama da se pre razviju, porastu i potisnu korove u sprat ispod njih (Monks i sar., 1997; Sharratt, 2002; Ramakrishna i sar., 2005; Cook i sar., 2006; Jodaugienė i sar., 2012; Matković i sar., 2015).

Efikasnost malč prostirki prvenstveno se ogleda u vrsti biljnog materijala koja ga sačinjava, kao i postojanosti, a jako su važni i njegova debljina i pokrovna moć (Greenly i Rakow, 1995; Jodaugienė i sar., 2012; Wang i sar., 2014; Matković i sar., 2015; Pupalienė i sar., 2015). Naime, utvrđeno je da debljina malč prostirke utiče i na količinu svetlosti koja će dopreti do tla, čime utiče i na klijanje i razvoj klijanaca korova (Teasdale i Mohler, 2000). U istraživanjima vezanim za debljinu malč prostirki, Pupalienė i sar. (2015) su uočili da je na brojnost korova bolje uticala debljina organskih malčeva od 10 cm nego od 5 cm, dok su Matković i sar. (2016) utvrdili da je ista debljina različitih malč prostirki dala razlike u efikasnosti u suzbijanju korova. Utvrđeno je da ako se za prostirku koristi grubo usitnjena i kruta slama ona ostavlja prostor za pojavu i razvoj korova (Matković i sar., 2016), obzirom da dozvoljava prodor svetlosti do površine tla, što pogoduje efikasnijem klijanju i nicanju korova. Tu manjkavost npr. nemaju fizički čvršće malč prostirke, kao što su sintetičke folije. Takođe, malč prostirke od lakog organskog materijala, kao što su usitnjena slama, kukuruzovina, piljevina i sl., malo intenzivniji vetrovi mogu razneti pa se njihova primena ne preporučuje na vetrovitim područjima, kao ni na strmim terenima gde kišnica može teći preko malča (Bell i sar., 2009), s obzirom da je malč materijal sitan i da se lako može spirati. S druge strane, prostirka od slame omogućava zemljišnu aeraciju, što je važno za dobru mikrobiološku aktivnost zemljišta i rast, razvoj i aktivnost korenovog sistema gajene biljke.

Malč prostirke mogu biti prirodni materijali od kojih je većina biorazgradiva kao i od različitih plastičnih i drugih sintetičkih materijala (najčešće se koriste polietilenske (PE) folije) (Kasirajan i Ngouajio, 2012). Prirodni malčevi su često jeftiniji ali i manje efikasni od sintetičkih materijala, koji su, osim što su skuplji, ipak dosta efikasniji u suzbijanju korova (Weber, 2003). Ipak, u uslovima dugotrajnih padavina i jačih olujnih vetrova PE folije mogu dovesti do propadanja useva, posebno onih koji formiraju vreže (tikve, krastavci, dinje, lubenice). Pored toga, obzirom da nisu biorazgradivi, o njima se mora voditi računa i nakon primene, u smislu njihovog uklanjanja sa njive radi zaštite životne sredine, dok su prirodni u tom smislu pogodniji jer su biorazgradivi u životnoj sredini (Kasirajan i Ngouajio, 2012). Razgradnja ovih malčeva je rezultat delovanja zemljišnih organizama ili uticaja atmosferskih padavina, a postoje i oni koji su fotodegradabilni (Weber, 2003; Kasirajan i Ngouajio, 2012). S tim u vezi, pod uticajem atmosferskih padavina, kiše ili snega, relativno brzo dolazi do nestajanja ili razgradnje malča poput slame, komposta ili piljevine (Munn, 1992; Weber, 2003). Iako su prirodni malčevi efikasni u suzbijanju korova samo u toku jedne vegetacije (proleće - jesen), njihovim postavljanjem se drastično smanjuju troškovi suzbijanja korova.

Kao prirodni malčevi najčešće se koriste:

- slama od strnih žita i postžetveni ostaci (kukuruzovina, ostaci od uljane repice i pirinča),
- kompost koji se pravi od postžetvenih ostataka lekovitog bilja, ostaci nakon njihove ekstrakcije ili destilacije,
- kora drvenastih vrsta (npr. bora, bagrema, platana),
- piljevina,
- iglice četinara,
- ostaci od trušenja šišarki,
- usitnjeni listovi novina, kartona i papira,
- biorazgradive folije,

Kao sintetički malčevi najčešće se koriste:

- polietilenske (PE) folije,
- polipropilenske (PP) folije.

2. 4. 2. Suzbijanje korova malčiranjem i uticaj na prinos useva

Efikasnost malčeva u suzbijanju korova se uglavnom postiže mehaničkim pritiskom malč prostirke (Teasdale i Mohler, 1993; Bond i Grundy, 2001), ali i smanjenjem količine svetlosti koja prodire do površinskog sloja zemljišta, što uslovljava odloženo klijanje i nicanje korova, odnosno, malč ne dozvoljava prodor svetlosti do ponika (Unger, 1978; Munn, 1992; Teasdale i Mohler, 1993; Monks i sar., 1997; Polara i Viradiya, 2013; Pupalienė i sar., 2015). Time se daje prednost gajenoj vrsti da se bolje i brže razvije u odnosu na korove (Jodaugienė i sar., 2012). Ipak, efikasnost malč prostirke prvenstveno zavisi od vrste materijala (sintetičkog ili organskog) od koga je sačinjena, debljine primene (Pupalienė i sar., 2015), odnosno njegove pokrovne moći (Jodaugienė i sar., 2012), njegove postojanosti u višegodišnjim zasadima, odnosno da li se malč postavlja u jednogodišnjem ili višegodišnjem usevu/zasadu (Skroch i sar., 1992). Korišćenje različitih vrsta malča ima svoje prednosti i mane, a mnogi autori (Sharma i Sharma, 2003; Ramakrishna i sar., 2005; Singh i sar., 2007; Jodaugienė i sar., 2012; Shahriari i sar., 2013; Parmar i sar., 2013; Yousefi i Rahimi, 2014; Matković i sar., 2016) su istakli prednost u vidu boljeg rasta i razvoja useva, kao i pozitivan uticaj na kvalitet i kvantitet dobijenog prinosa. Takođe, pozitivna karakteristika je i njihova postojanost, koja obezbeđuje produženo delovanje u poređenju sa herbicidima. Tako su, Skroch i sar. (1992) utvrdili da je malč od dugih iglica bora postavljen u sloju od 9 cm, ostao nepromenjen i nakon 230 dana na otvorenom polju, dok se dugoročno (nakon 630 dana od postavljanja) kao najpostojaniji pokazao malč od kore bora, iako je zbog prirodnih procesa razgradnje izgubio 17% svoje prvobitne zapremine.

Još od 1978. godine beleže se prve upotrebe **malča od slame** u naučne svrhe, gde je praćen efekat malča na temperaturu zemljišta, kao i rast i prinos ječma (Unger, 1978). Nakon toga, u povrtarskim usevima su izvedena mnogobrojna istraživanja posvećena primeni ovog malča, kao lako dostupnog i najčešće korišćenog (Ramakrishna i sar., 2005; Döring i sar., 2005; Jodaugienė i sar., 2006; Sinkevičienė i sar., 2009; Filipović i sar., 2012). Pošto je pojam slame, kao postžetvenog ostatka pojedinih useva, veoma širok, neka istraživanja su bila fokusirana na ispitivanja koja je vrsta prostirke najviše u upotrebi i da li postoji razlika u nivou njihove efikasnosti u zavisnosti od porekla slame. S tim u vezi, potvrđeno je da je najčešće korišćena prostirka od ostataka pšenice (Unger, 1978; Monks i sar., 1997; Grassbaugh i sar., 2004; Sánchez i sar., 2008; Kosterna, 2014; Matković i sar., 2017), kao i da se na našim prostorima sve češće koristi malč od kukuruzovine (Filipović i sar., 2012; Kosterna, 2014; Matković i sar., 2015). Međutim, u Aziji i mnogim evropskim zemljama često se koriste žetveni ostaci uljane repice i pirinča (Singh i Saini, 2008; Kosterna, 2014). Ovakvi malčevi predstavljaju usitnjene delove ostataka useva u kojima nisu korišćeni pesticidi. Pozitivan efekat ovog malča je redukcija brojnosti korova (Ramakrishna i sar., 2005; Jodaugienė i sar., 2006; Anzalone i sar., 2010; Abouziena i Radwan, 2014), uticaj na sastav vrsta koje se javljaju u usevu (Ramakrishna i sar., 2005), kao i ukupne suve biomase korova (Lal, 1974; Singh i Saini, 2008; Anzalone i sar., 2010; Abouziena i Radwan, 2014). Efikasnost slame kao biorazgradive prostirke prvenstveno je vezana za debljinu njene primene (Jodaugienė i sar., 2012; Pupalienė i sar., 2015), a pokazalo se da u mnogome zavisi i od vrsta korova koje su najzastupljenije u usevu (jednogodišnji ili višegodišnji korovi) (Massucati i Köpke, 2014). Jodaugienė i sar. (2012) su potvrdili da je malč od slame ispoljio bolji efekat u suzbijanju višegodišnjih korova kada je postavljen u sloju od 10 cm nego u sloju od 5 cm. Suprotno, Massucati i Köpke (2014) su utvrdili bolje suzbijanje jednogodišnjih korova primenom slame, koja je primenjena u količini od 4 t ha⁻¹. Sinkevičienė i sar. (2009) su uočili da je ova vrsta malča uticala i na redukciju ukupnog broja

korova, koji je bio posmatran u četiri uzastopne godine i u proseku bio smanjen za 75,1%, a slama je bila postavljena u sloju od 5 do 10 cm. Matković i sar. (2017) su postigli redukciju biomase korova za 30,0% korišćenjem malča od slame u sloju od 5 cm, dok su Pupalienė i sar. (2015) zabeležili uticaj ovog malča na smanjenje klijanje korova, koje je bilo smanjeno za 3,5 do 14,1 puta. Redukcija korova malčevima utiče na prinos, pa su tako Matković i sar. (2016) procenili povećanje prinosa pitome nane za 1,5 i 2,9 puta, u prvoj i u drugoj žetvi, redom. Singh i Saini (2008) su pokazali pozitivan uticaj malča od slame u poljskoj nani (*M. arvensis*), gde je usled njegove primene prinos bio uvećan za 20%. Slično tome, primena malča od slame u količini od 5 t ha⁻¹ povećala je prinos poljske nane za 10% (Khera i sar., 1986), dok su Patra i sar. (1993) utvrdili povećanje prinosa iste vrste od 17 i 31% pri primeni malča od žetvenih ostataka pirinča. Prednost korišćenja ove vrste malča se ogleda ne samo u tome što utiče na suzbijanje korova i povećanje prinosa, već i na vlagu i temperaturu zemljišta (Unger, 1978; Munn, 1992), kao i na njegovu strukturu (Kosterna, 2014). Prednost je i u tome što se nakon primene malč može zaorati u zemljište. S druge strane, problem je što malč predstavlja odlično sklonište za glodare i mnoge druge štetočine, kao i to što je malč vrlo dostupan i lako se može preneti sa jedne njive do druge, ali zbog toga i predstavlja dodatni rizik od širenja korova sa jednog lokaliteta na drugi. Stoga, nedostaci ove vrste malča nisu samo kontaminiranje polja sa novim vrstama (Peachey i sar., 2004), već i smanjena efikasnost suzbijanja korova u odnosu na onu koja je postignuta folijom ili živim malčem (Teasdale i Daughtry, 1993; Reddy i Koger, 2004; Matković i sar., 2016).

Postžetveni ostaci od lekovitog bilja, u vidu **komposta** se takođe mogu koristiti kao malč prostirka. Odabir lekovitog bilja koje se može koristi u ove svrhe vezan je za alelopatско delovanje vrsta koje ulaze u njegov sastav, kao i eventualnu fitotoksičnost koja se može javiti usled pojave novih jedinjenja pri razlaganju organske materije biljaka koje će se koristiti kao malč (Palada i sar., 2000; Batish i sar., 2007). Upotreba komposta od ostataka lekovitog bilja iz proizvodnje Instituta za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ kao malča, koji je postavljen u sloju od 5 cm u pitomoj nani je imala kontradiktoran efekat, s obzirom da je dovela do povećanja suve biomase korova i ukupnog broja korovskih vrsta (Matković i sar., 2017). Razlog negativnog efekta komposta na suzbijanje korova može biti opstanak velikog broja semena korova u kompostu sačinjenom od ostataka lekovitog bilja (Božić i sar., 2015). S druge strane, Kamariari i sar. (2014) su utvrdili redukciju biomase korovskih vrsta (posebno širokolisnih) primenom komposta od lekovitih vrsta sideritisa (*Sideritis scardica*) i ehinacee (*Echinacea purpurea*), kao i komposta od svake vrste pojedinačno, u usevu kukuruza. Iako su pozitivno delovali na suzbijanje korova, kompost od ehinacee je ispoljio fitotoksičan efekat i na usev. Iako nije ispitivan efekat na korove, kompost od biosolida (kanalizacionog mulja) pomešanog sa ostacima kore drveta, agronomskim otpadom iz proizvodnje i osušenim lišćem je pokazao veću dostupnost azota koja je pozitivno uticala na porast pitome nane, a samim tim i na povećanje prinosa (O'Brien i Barker, 1996). Takođe, porast sadržaja neorganskog azota u zemljištu za oko 10%, koji se pozitivno odrazio na prinos i kvalitet poljske nane, dobijen je međurednom primenom destilacionih ostataka lekovite vrste limunove trave (*Cymbopogon sativum*) pomešane sa ostacima graška (*Pisum sativum*) (Ram i Kumar, 1997). Pozitivno delovanje komposta se ogleda u fizičkom pritisku koji vrši, prilikom primene u debljini od samo 3 cm, i sprečavanju svetlost da proдре do površine zemljišta, što sprečava klijanja semena korova (Ligneau i Watt, 1995), ukoliko sam malč materijal nije kontaminiran semenima različitih biljnih vrsta. Ova vrsta malč prostirke zaoravanjem i svojim raspadanjem oslobađa hranljive materije čime može pozitivno delovati na usev.

Značajan broj istraživanja se odnosi i na različite organske malčeva koji se dobijaju preradom drveta, kao što su usitnjena **kora drveta**, **piljevina ili četinarski ostaci**. Efekat ovih malčeva na suzbijanje korova zavisi od vrste drveta, kao i količine upotrebljenog materijala, a najčešće su u upotrebi **kora bora** (Greenly i Rakow, 1995; Sonstebey i sar., 2004; Laskowska i sar., 2012; Matković i sar., 2017), **kora tikovine** (Awodoyin i sar., 2007; Olabode i sar., 2007) i **kora bagrema** (Matković i sar., 2017). Ova vrsta malča otpušta u vodu alelohemikalije, koje mogu uticati na klijanje korova

(Duryea i sar., 1999). Matković i sar. (2017) su postigli smanjenje biomase korova od 47,5% primenom kore bora u debljini od 5 cm u pitomoj nani, dok su Shahriari i sar. (2013) koristili koru usitnjenog drveta (veličine od 5 do 8 cm) u sloju od 5 cm i postigli stopostotno suzbijanje korova, takođe, u zasadu pitome nane. Greenly i Rakow (1995) su zabeležili redukciju pokrovnosti korova od 96,5% primenom malča od kore bora pri debljini od 25 cm. Prisustvo različitih vrsta korova i njihova pokrovnost je opadala pri porastu debljine malča od kore bora, koji je korišćen u sloju od 7,5 cm, 15 cm i 25 cm (Greenly i Rakow, 1995). Kora bora utiče i na redukciju broja korova, koju je zabeležio Broschat (2007) i procenio da je brojnost bila umanjena za 48,7% na baznom zemljištu (pH vrednosti od 7,2), dok je na kiselom (pH 6,8) redukcija broja korova bila skoro duplo veća (89,5%). Redukcija suve biomase korova od 56% (Awodoyin i sar., 2007) i 67,8% (Olabode i sar., 2007) je dobijena primenom malča od kore tikovine (*Tectona grandis* L.) u debljini od 2 i 3 cm, redom. Olabode i sar. (2007) su utvrdili i da malč od kore tikovine veoma dobro deluje na suzbijanje širokolisnih korova. Kao posledicu delovanja na korove, Matković i sar. (2016) su u tretmanima sa primenom kore bora zabeležili povećanje prinosa pitome nane od 3,1 puta u prvoj žetvi, dok je u drugoj žetvi prinos bio 4,6 puta veći. Takođe, Shahriari i sar. (2013) su utvrdili povećanje suvog prinosa pitome nane za 2,6 puta na kraju vegetacije pri korišćenju usitnjene kore u sloju od 5 cm uz navodnjavanje. Shahriari (2011) je uočio da malč kore pozitivno utiče na svežu i suhu biomasu pitome nane, površinu i broj listova, kao i na broj grana, ali autor nije prikazao specifikacije korišćenog malča.

Malč od **piljevine** predstavlja ostatke prilikom prerade srži drveta različitih vrsta i postavljanje ove vrste malča utiče na suzbijanje korova. Primenom bagremove piljevine u međuredu pitome nane u sloju od 5 cm, Matković i sar. (2017) su utvrdili redukciju ukupne biomase korova za 57,1% u periodu vegetacije zasada (period oko 210 dana), dok su Abouziens i Radwan (2014) utvrdili smanjenje ukupne biomase od 28,5% i 41,7%, nakon 45 i 75 dana, redom, korišćenjem piljevine od različitih vrsta drveća u sloju od 4 cm. Pupalienė i sar. (2015) su uočili da je ukupna biomasa korova u periodu od pet godina bila smanjena za 2,6 do 6,9 puta u tretmanima sa primenom piljevine. Abouziens i Radwan (2014) su posebno posmatrali uticaj piljevine na biomasu širokolisnih i travnih korova, a redukcija biomase nakon 45 dana je bila 17% i 37,1%, redom, dok je 75 dana od postavljanja malča redukcija biomase širokolisnih bila 43,4%, a travnih 32,3%. Sinkevičienė i sar. (2009) su posmatrali redukciju brojnosti korova u četiri uzastopne godine u tretmanima gde je takođe primenjena piljevina različitih vrsta drveća u sloju od 5 do 10 cm, i uočili da je redukcija u proseku bila 70,8%, dok su Abouziens i Radwan (2014) zabeležili redukciju brojnosti od 45% nakon 45 dana i 48,6% nakon 75 dana. Pupalienė i sar. (2015) su utvrdili da piljevina umanjuje brojnost korova na početku leta za 5,4 do 11,4 puta u odnosu na kontrolu sa korovima, kao i da je imala dugotrajniji efekat na klijanje korova u odnosu na malč od slame. Suzbijanje korova malčem od piljevine pozitivno utiče i na prinos, pa su tako Matković i sar. (2016) istakli da je u prvoj žetvi pitome nane prinos bio veći za 1,5 put, a u drugoj žetvi za 2,9.

Malč od suvih **iglica bora** takođe utiče na suzbijanje korova. Upotreba ovog malča je redukovala ukupnu biomasu korova za 32,0% u zasadu pitome nane gde je ova vrsta malča postavljena u međuredu u sloju od 5 cm (Matković i sar., 2017). Primena malča od iglica bora je umanjila i brojnost korova za 43,5% na baznom zemljištu (pH vrednosti od 7,2), dok je na kiselom (pH 6,8) redukcija broja bila duplo veća (92,7%) (Broschat, 2007). Skroch i sar. (1992) su takođe utvrdili delovanje dugih i kratkih suvih iglica u sloju od 9 cm na ukupan broj korova koji je bio redukovan za 50%. Rezultat suzbijanja korova malčevima, je povećanje prinosa useva i zasada, pa je tako malč od suvih iglica bora povećao prinos pitome nane za 4,2 puta u prvoj žetvi, dok je u drugoj žetvi povećao za 5,3 (Matković i sar., 2016).

Prednosti malča od kore različitih vrsta drveća, kao i malča od piljevine, su to što suzbijaju korove, a Bell i sar. (2009) ističu i da su ovi malčevi jedni od najefikasnijih zahvaljujući tome što deluju na korove kojima je period nicanja različit. U većini slučajeva malč menja pH vrednost zemljišta, što se odražava na povećanu apsorpciju hranljivih materija (Pakdel i sar., 2012), čime se

postiže veći prinos, više cvetova i generalno razvijenije biljke (Haynes i Swift, 1986; Sanderson i Cutcliffe, 1991; Błażewicz-Woźniak i sar., 2011). Prednost se ogleda i u tome što smanjuju isparavanje vode iz površinskog sloja zemljišta i samim tim zadržavaju vodu, posebno ako se postave u prolećnom periodu (mart – april) kada ima dosta padavina (Bell i sar., 2009). Ipak, ovi malčevi nisu lako dostupni, time im je i cena dosta visoka, a načini bezbednog uklanjanja nakon korišćenja još uvek nisu dovoljno istraženi, ako se uzme u obzir da bi njihovim usitnjavanjem i zaoravanjem na mestu korišćenja moglo doći do promena strukture, pH zemljišta, kao i mikroflore (Bell i sar., 2009).

Usitnjeni listovi **novina, kartona ili papira**, kao malč prostirka, takođe su ispoljili izvesne prednosti, posebno u poređenju sa veštačkim materijalima, obzirom da su materijali koji se koriste u ove svrhe otpadni materijal i da se na ovaj način recikliraju, a određene vrste bez štampe se mogu i zaorati u zemljište (Sánchez i sar., 2008). Malčevi u vidu novina, kartona ili crnog papira (Anderson i sar., 2008) su otporni na atmosferske padavine, pa se duže zadržavaju na zemljištu, ostaju kompaktni i vrše fizički pritisak na korove, ometaju njihovo nicanje istovremeno pozitivno utičući na vlagu i temperaturu zemljišta (Monks i sar., 1997; Anderson i sar., 2008). Ipak, primena novina, ili papira sa štampom, u većim količinama uvek nosi rizik od unošenja olova (Pb) (Elfving i sar., 1979) i ugljenika (C) u zemljište, a ugljenik je glavni sastojak grafita, koji je kancerogen za ljude (Anderson i sar., 2008). Efikasnost papirnih prostirki zavisi od mnogo faktora, kao što su količina upotrebljenog materijala, agroekološki uslovi i gustina useva, kao i tehnologija gajenja (Weber, 2003; Sánchez i sar., 2008; Jodaugienė i sar., 2014). Munn (1992) je utvrdio redukciju korova za 50% upotrebom usitnjenih novina, što su potvrdili i Sánchez i sar. (2008) u istom procentu. Pellett i Heleba (1995) su postavili malč od usitnjenih novina u dva sloja krajem maja meseca, a korovi nisu zabeleženi dve nedelje nakon njihove postavke, dok je njihov ukupan broj u septembru mesecu bio umanjen za 98,0% (korišćenjem sloja od 10 cm) i 99,3% (sloj od 15 cm). Takođe, Splawski i sar. (2016) su utvrdili redukciju ukupnog broja korova od 91,3%, dok je ukupna biomasa redukovana za 97,4%, 6 nedelja nakon primene malča u međuredu u sloju od 5 cm, ali je pre postavke malča, uključeno i hemijsko tretiranje glifosatom (u maju i junu mesecu) a nakon toga i direktna setva bundeve u redu u junu. Primena kartona u neprekidnom nizu u zasadu pitome nane je u potpunosti suzbila korove (100%) (Matković i sar., 2017), a samim tim malč je imao efekat i na prinos koji je uvećan za 4 puta u prvoj i za 7,2 puta u drugoj žetvi. Visoku efikasnost malča od kartona od 99,7% ustanovili su i Ustuner i Ustuner (2011), koji su koristili ovaj malč debljine 1,5 mm. Grundy i Bond (2007) su takođe istakli da je karton veoma dobra barijera koju korovi ne mogu probiti tokom čitave vegetacione sezone, ali da se mora pritisnuti čvrstim predmetima, kao što su na primer cigle. Mana korišćenja kartona je u tome što ukoliko se ne pritisne čvrstim materijalima, vetar ga može podizati i samim tim oštetiti usev.

Sintetički malčevi se obično proizvode u vidu folija, a najčešće su to **polietilenske (PE)** i **polipropilenske (PP) folije** i glavna funkcija im je suzbijanje korova. Razlika između ovih folija je što su PP folije manje otporne na sunčevu svetlost, visoke i niske temperature od PE folija. Fontana i sar. (2006) ističu da je korišćenje PP crnih folija u gajenju lekovitog bilja, poput ruzmarina, lavande i timjana, odlična alternativa za ručno uklanjanje korova i njihovo okopavanje. Suzbijanje korova crnim PE folijama je opisano od strane više autora. Tako je, u zasadu pitome nane zabeležena efikasnost od 100% pri primeni PE folija različite debljine: crne perforirane (debljine 30 μ m), sivo – crne (20 μ m), crne (30 μ m) i crne vodopropusne (1 mm) (Matković i sar. (2017); PE crne folije (Shahriari i sar., 2013). Crna vodopropusna folija (1 mm) imala je istu efikasnost u zasadima lavande i ruzmarina (Hoeberechts i sar. 2004), dok je PE crna folija potpuno redukovala korov u usevu bundeve (Splawski i sar., 2016). Nešto manju efikasnost folija su postigli i drugi autori: 90% površine bez korova u zasadu ruzmarina, lavande i timjana primenom PP crne vodopropusne folije (0,35 mm) (Fontana i sar., 2006), PE crna folija (15 μ m) je umanjila pokrovnost korova za 65,1%, dok je ukupna suva biomasa smanjena za 94,3% (Anzalone i sar., 2010), PE crna folija (15 μ m) umanjila je ukupnu biomasu korova za 80% (Grassbaugh i sar., 2004) i redukovala korove za 99,3% u tri uzastopne godine (Cirujeda i sar., 2012).

Rezultat suzbijanja korova malč folijama je povećan prinos, pa su tako Matković i sar. (2016) procenili da je prinos nane u obe žetve bio veći za 6,2 puta primenom PE crne perforirane folije (30 μm), dok je korišćenje PE crne (30 μm) i PE crne vodopropusne (1 mm) povećalo prinos 7,1 i 6,9 puta, redom. Radanović i sar. (2007) su utvrdili pozitivan efekat PE folija na prinos cvetova planinske lekovite vrste arnike (*Arnica montana*), tako što je prinos povećan za 2,5 puta primenom PE crne folije (30 μm), dok je primenom PE srebrne folije (25 μm) povećan za 2,2 puta. Gajenje lekovitog bilja (ruzmarina, timjana i lavande) na PE crnoj vodopropusnoj foliji (0,35 mm) dovelo je do boljeg razvoja njihovih nadzemnih delova i postizanja veće visine (Fontana i sar., 2006). Osim na porast biljaka, primena PE folije pozitivno utiče i na razvoj i veći prinos korena, što je potvrđeno u istraživanju žute lincure (*Gentiana lutea*), koja je gajena na PE crnoj vodopropusnoj foliji (1 mm) u visoko planinskim uslovima (Radanović i sar., 2016). Prednosti PE folija proizilaze iz toga što stvaraju sredinu koja je pogodna za aktivnost zemljišne mikrofaune i mikroflore (Li i sar., 2016), koje indirektno utiču i na poboljšanje strukture zemljišta, što dalje omogućava bolji razvoj korenovog sistema. Takođe, neke od ovih folija (uglavnom srebrne), mogu da reflektuju sunčeve zrake, čime odbijaju insekte koji mogu naneti štetu, a ako su u pitanju insekti koji su vektori bolesti time se sprečava i zaražavanje useva (Dhawan i sar., 2013). Osim toga, folije pretvaraju sunčevu energiju u toplotnu, što dovodi i do zagrevanja površinskog sloja zemljišta (Dhawan i sar., 2013). Efikasnost folija u suzbijanju korova zavisi od njihove boje i debljine, pri čemu se proizvode crne, braon, crvene, sive i srebrne folije, kao i kombinacije ovih boja (srebrno-braon, crno-braon i sl.), a najčešće debljine su 15, 20, 25 ili 30 μm , kao i 1 mm. Međutim, manjkavost folija se ogleda u tome što određene korovske vrste mogu da ih probiju, što je i ustanovljeno pri upotrebi PP crne vodopropusne folije (0,35 mm) koju su probušile vrste *Setaria viridis* i *Echinochloa crus-galli* (Fontana i sar., 2006; Hoeberechts i sar., 2004). Upotrebu folija u poljoprivrednoj proizvodnji ograničava potreba za njihovim pravilnim uklanjanjem sa polja nakon žetve useva, jer bi u suprotnom dovele do zagađenja životne sredine (Kasirajan i Ngouajio, 2012).

Malčiranje **biorazgradivim folijama** je novija metoda, koja je počela da se izučava tek 1960. - 1970. godina, a koja se koristi za suzbijanje korova (Kasirajan i Ngouajio, 2012). Matković i sar. (2017) su utvrdili redukciju biomase korova od 100% korišćenjem biorazgradive crne folije (debljine 30 μm). Takođe, visoku efikasnost u kontroli korova su dobili i Cirujeda i sar. (2012) koji su koristili dve crne biorazgradive folije: folija debljine 15 μm je redukovala korove u proseku za 97,0% u posmatrane tri godine, dok je folija debljine 17 μm u proseku redukovala korove za 95,4%. Anzalone i sar. (2010) su takođe koristili crnu biorazgradivu foliju debljine 15 μm , ali su dobili značajno manji procenat redukcije pokrovnosti korova (61,5%), dok je ukupna suva biomasa korova redukovana za 90,5%. Suzbijanje korova folijama pozitivno utiče na prinos useva i zasada. Matković i sar. (2016) su ustanovili povećanje prinosa od 4,6 puta u prvoj žetvi i 6,6 puta u drugoj žetvi pitome nane, dok su Carrubba i Militello (2013) registrovali da crna biorazgradiva folija nije pokazala zadovoljavajuć efekat u suzbijanju korova u zasadima korijandra i morača, iako je imala pozitivan efekat na prinos semena. Biorazgradive folije predstavljaju alternativu i zamenu za korišćenje polietilenskih folija, ali je njihova manjkavost u odnosu na njih to što ih rizomi travnih korova (kao na primer vrsta *Agropyrum repens*) mogu probiti (Bell i sar., 2009). Glavne prednosti korišćenja ovog malča su očuvanje životne sredine i odgovorno upravljanje otpadom, pošto se razgrađuju pod uticajem atmosferskih padavina i delovanjem sunčeve svetlosti (Kasirajan i Ngouajio, 2012). Pored toga, biorazgradive folije propuštaju atmosferske padavine, smanjuju evapo-transpiraciju iz oraničnog sloja zemljišta i utiču na hemijsku ravnotežu, smanjuju eroziju tla i prisustvo zemljišnih patogena i štetočina (Singh i Pandey, 2012). Time stvaraju vlažnu sredinu koja pogoduje aktivnosti zemljišne mikroflore, čime stvaraju rastresito zemljište koje omogućava bolje uslove za razvoj korenovog sistema gajenih biljaka.

2. 4. 3. Uticaj malčeva na sadržaj i hemijski sastav etarskih ulja

Etarska ulja su sekundarni metaboliti lekovitih biljaka, a brojnim eksperimentima je dokazano da aktivno učestvuju u metabolizmu biljke (fiziološka funkcija) i da su biljci značajna za adaptaciju na postojeće ekološke uslove (ekološka funkcija) (Kostić i sar., 2012). Smatra se da ona doprinose biljci domaćinu, tako što same biljke bolje podnose promenljive uslove koji se javljaju u životnoj sredini, a mogu delovati i kao repelentna jedinjenja (Ramakrishna i Ravishankar, 2011). U stresnim klimatskim okolnostima etarska ulja mogu uticati na smanjenje transpiracije ili poboljšanje opšteg temperaturnog stanja biljaka (Čorović i sar., 1969). Takođe, kod biljaka koje su izložene stresnim faktorima iz spoljašnje sredine može doći do povećane biosinteze etarskih ulja (Sarro i sar., 2016; Carrubba, 2017). Kako na sadržaj tako i na sastav etarskog ulja deluju mnogi faktori, pa pored već navedenih negativnih uticaja korova (poglavlje II. 2.), na ulje pitome nane značajno utiču i prihrana azotom i fosforom (Rita i Animesh, 2011), padavine (Saxena i Singh, 1995; Shahriari i sar., 2013), koncentracija soli u zemljištu (Tabatabaie i Nazari, 2007; Khorasaninejad i sar., 2010), teški metali (Scora i Chang, 1997; Zheljzakov i sar., 2006b), koliko godina je uzgajana pitoma nana (Kassahun i sar., 2011), vreme žetve, međuredni razmak (Kassahun i sar., 2011), UV-A (Maffei i sar., 1999) i UV-B zračenje (Behn i sar., 2010), osunčanost biljaka (Rita i Animesh, 2011), metod sušenja biljaka pre destilacije (Rohloff i sar., 2005; Rita i Animesh, 2011), korišćenje pesticida (Karkanis i sar., 2017), kao i upotreba malča (Shahriari i sar., 2013). Vrste iz roda *Mentha* imaju velike potrebe za vodom i u sušnim predelima je neophodno navodnjavanje (Saxena i Singh, 1995; Shahriari i sar., 2013), koje dovodi do visokog sadržaja etarskog ulja (Clark i Menary, 1980; Saxena i Singh, 1995; Mitchell i Yang, 1998). Navodnjavanje zavisi od klimatskih faktora i lokaliteta, kao i mehaničkih i hemijskih osobina zemljišta (Ram i sar., 2006), a potrebe za ovom merom se smanjuju sa upotrebom malča zbog zadržavanja vlage u površinskom sloju zemljišta (Shahriari i sar., 2013). Tako je korišćenje malča od usitnjene kore i PE crne folije u zasadu pitome nane dovelo do povećanja sadržaja etarskog ulja (Shahriari i sar., 2013), gde autori ističu da je sadržaj bio veći za 2,8 puta pri korišćenju malča od kore sa navodnjavanjem u odnosu na kontrolu bez malča. Korišćenje malč slame dovelo je do uvećanja sadržaja etarskog ulja poljske nane (Brar i sar., 2014), dok je malč od ostataka šećerne trske poboljšao razvoj i doveo do uvećanja sadržaja etarskog ulja ove vrste za 8% u prvoj i za 10% u drugoj žetvi (Ram i sar., 2006). Patra i sar. (1993) su ustanovili da je sadržaj etarskog ulja poljske nane bio veći za 10% u tretmanu sa malčem od slame pirinča, dok je malč od ostataka prilikom destilacije cimtopogonske trave (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) doveo do uvećanja za 24%. Ovi malčevi su doveli i do povećanog usvajanje azota u zasadu poljske nane, pa je tako malč od slame od pirinča povećao usvajanje za 18%, a malč od cimtopogonske trave za 25%, što takođe pospešuje biosintezu etarskih ulja. Clark i Menary (1980) su utvrdili da se prinos etarskog ulja pitome nane uveća za 48 kg ha⁻¹ primenom 300 kg azota po hektaru uz navodnjavanje (50 mm nedeljno u drugom delu vegetacije). Prihrana većim količinama azota utiče i na sadržaj etarskog ulja drugih vrsta roda *Mentha*, pa su Patra i sar. (1993) procenili da 50, 100, 150 i 200 kg azota po hektaru dovodi do procentualnog uvećanja sadržaja etarskog ulja poljske nane za 98, 119, 152 i 191%, redom. Zheljzakov i sar. (2010) su ustanovili da primena 80 kg azota po hektaru dovodi do uvećanja prinosa etarskog ulja *Mentha x gracilis* Sole i *Mentha spicata* L. za 50,6% i 42,2%, redom, a 160 kg azota po hektaru za 103,4 i 60,0%, redom.

Pored uticaja malča na sadržaj i prinos, malč od šećerne trske je povećao sadržaj mentola u obe žetve poljske nane u Indiji, koji je u prvoj žetvi bio 78,7%, a u drugoj 86,1% (Ram i sar., 2006), dok su Saxena i Singh (1995) korišćenjem istog malča u ovom zasadu istakli da je procenat mentola bio viši u prvoj žetvi u odnosu na drugu (78,8% i 75,2%, redom). Suprotno, Brar (2018) u zasadu poljske nane uzgajane u Indiji ističe da malč od slame nije uticao na sadržaj mentola, kao ni na druge promene hemijskog sastava etarskog ulja. U literaturi nema podataka o uticaju malča na komponente etarskog ulja pitome nane, ali na procenat mentola deluje fenofaza biljaka u žetvi, pa je u punom cvetu sadržaj

mentola bio od 43 – 54%, dok je sadržaj mentona bio od 12 do 30% u usevu gajenom u Norveškoj (Rohloff i sar., 2005). Rita i Animesh (2011) su utvrdili veći sadržaj mentola, a smanjen mentona u žetvi krajem juna u odnosu na žetvu krajem avgusta u Indiji. Suprotno, Chalchat i sar. (1997) ističu da je sadržaj mentona bio viši od sadržaja mentola početkom jula (43,8 – 51,9% i 22,2 – 31,5%, redom) u pitomoj nani gajenoj u Francuskoj, dok je krajem septembra bilo obrnuto (sadržaj mentona od 10,1 – 17,3% i mentola 52,1 – 55,6%). Pored dve najzastupljenije komponente mentola i mentona, autor ističe i niži sadržaj mentil acetata, mentofurana i 1,8-cineola (0,8 – 1,8%, 0,4 – 0,8% i 2,0 – 3,3%, redom) početkom jula meseca, dok su znatno viši sadržaji istih komponenti zabeleženi krajem septembra (6,1 – 7,3%, 0,8 – 2,7% i 2,9 – 3,8%, redom) (Chalchat i sar., 1997). Slično, u drugoj žetvi Clark i Menary (1980) ističu visok sadržaj mentola (51,2%), mentil acetata (5,5%), mentofurana (8,5%) i limonena (1,6%) i nizak sadržaj mentona (17,5%) i cineola (2,6%) u etarskom ulju pitome nane u odnosu na prvu žetvu na Tasmaniji.

2. 4. 4. Uticaj malčeva na relativni sadržaj hlorofila u listu

Različiti faktori mogu uticati na intenzitet ozelenosti listova, koji se određuje pomoću hlorofilmetra i najčešće izražava u SPAD vrednostima, pri čemu ne postoje neželjeni efekti i stres za biljku na kojoj se vrše merenja (Duraes i sar., 2002). Visoke SPAD vrednosti ukazuju na visok sadržaj hlorofila u listu (Ngouajio i sar., 2008), a samim tim i intenzivniju zelenu boju lista, što je značajno za kvalitet biljne droge pitome nane, jer se suv list u WHO monografiji (Anonymus, 2010) definiše kao zelen do zelenosmeđe boje. Na ozelenost biljaka utiču korovi, odnosno kompeticija između gajene biljke i korova (Karkanis i sar., 2017), a pošto malčevi utiču na prisustvo korova, oni indirektno mogu uticati i na relativni sadržaj hlorofila u listu. Karkanis i saradnici (2017) su utvrdili da postoji negativna korelacija između relativnog sadržaja hlorofila u listu pitome nane i broja i biomase korova, odnosno da se sa porastom broja i biomase korova smanjio relativni sadržaj hlorofila u listu. Pored toga, biljke mogu biti izložene i abiotikom stresu, u vidu toplote, suše i saliniteta tla, ili hemijskom, u vidu primene herbicida i prisustvu CO₂, koji se mogu posmatrati kroz promene koje se javljaju u procesu fotosinteze, odnosno sadržaju hlorofila (Lichtenthaler, 1988). Pa su tako Karkanis i sar. (2017) ustanovili da je prilikom primene herbicida u zasadu pitome nane došlo do povećanja relativnog sadržaja hlorofila. Na povećanje relativnog sadržaja hlorofila pojedinačno mogu uticati još i razvojna faza biljke, primena malča, prihrana bogata azotom (Pole i sar., 2017), kao i navodnjavanje (Ngouajio i sar., 2008). Jasim i sar. (2013) su utvrdili da je relativni sadržaj hlorofila uvećan za 22,5% primenom organskog đubriva, što su potvrdili i Dilmaghani i sar. (2012) koji su procenili uvećanje za 10,4%. Kretanje organskih materija i azotnih jedinjenja u zemljištu, dovelo je do toga da je malč od kore u prvoj godini istraživanja smanjio relativni sadržaj hlorofila, dok se u drugoj godini povećao (Pole i sar., 2017). U prvoj godini istraživanja malč od kore je izazvao imobilizaciju azota, odnosno došlo je do pretvaranja neogranskog azota u oganski koji u tom obliku nije dostupan biljkama. Raspadanjem malča od kore oslobodio se dodatni azot koji je bio dostupan biljkama u drugoj godini istraživanja, zbog čega je i došlo do povećanja relativnog sadržaja hlorofila (Pole i sar., 2017). Takođe, Pole i sar. (2017) su utvrdili uvećanje relativnog sadržaja hlorofila u prvom delu vegetacije prilikom primene malča od kore. Suprotno, Shahriari (2011) je ustanovio da korišćenje malča od kore i PE crne folije zajedno sa navodnjavanjem pitome nane nije dovelo do promena u sadržaju hlorofila. Korišćenje malča obezbeđuje bolje uslove za vegetativni rast u ranim fazama razvoja biljaka, dok u kasnijim fazama sama biljka smanjuje vegetativni razvoj i povećava reproduktivni, što dovodi do smanjenja razvoja lisne mase, a samim tim i proizvodnje hlorofila (Yang i sar., 2006). Tako su dobijene i veće vrednosti relativnog sadržaja hlorofila kod biljaka koje su gajene na PE belojoj foliji (0,6 mm) u početnim merenjima u aprilu mesecu u odnosu na vrednosti dobijene u maju mesecu, kao i u odnosu na vrednosti dobijene primenom malča od kukuruzovine (Yang i sar., 2006). S druge strane, Ashrafuzzaman i sar. (2011) su utvrdili da je korišćenje PE crne folije dovelo do uvećanja ukupnog sadržaja hlorofila za

31,2% u odnosu na golo zemljište na kraju vegetacije u usevu paprike, dok su Jasim i sar. (2013) procenili uvećanje za 41,2% korišćenjem iste folije u usevu brokolija. Ghosh i sar. (2006) su ustanovili da je u usevu kikirikija sadržaj hlorofila kod biljaka gajenih na PE crnoj foliji bio znatno viši u odnosu na vrednosti dobijene u slučaju primene malča od slame i u odnosu na kontrolu, 60 dana nakon postavke malča, dok je nakon 90 dana najviši sadržaj zabeležen na biljkama koje su rasle na malču od slame, zatim na PE crnoj foliji, a najniže vrednosti su bile u kontroli. U usevu krastavca, Kaya i sar. (2005) su koristili PE crnu foliju na kojoj su redukovali zalivanje, ali su vršili prihranu biljaka u vidu dodatka kalijuma i zaključili da je ovim merama povećan sadržaj hlorofila u listu, dok primena malča u usevu koji je normalno navodnjavan nije uticala na promenu sadržaj.

Povećanje relativnog sadržaja hlorofila se može postići primenom različitih malčeva u procesu proizvodnje gajenih biljaka, s tim da bi ova metoda dala što bolji ishod, preporučuje se još i navodnjavanje i prihrana azotom.

2. 4. 5. Uticaj malčeva na zemljište

Pokrivanje zemljišta različitim vrstama malčeva utiče na karakteristike zemljišta tako što dovodi do očuvanja vlažnosti (Teasdale i Mohler, 1993; Dell, 2005), dovodi do promena temperature i umanjuje nagle promene temperature u oraničnom sloju (Munn, 1992; Teasdale i Mohler, 1993; Awodoyin i sar., 2007; Skroch i sar., 2009; Dhawan i sar., 2013; Splawski i sar., 2016), kao i do promena hemijske reakcije zemljišta (Broschat, 2000). Takođe, malčiranje dovodi do toga da je zemljište leti hladnije, zimi toplije u odnosu na golo zemljište, a štiti ga i od izmrzavanja (Dell, 2005). Zahvaljujući tome, malčevi štite i zemljišnu mikrofloru (Li i sar., 2016), koja stvara povoljnije uslove u pogledu strukture zemljišta i razvoja korenovog sistema, kao i bolje uslove za usvajanje hraniva od strane gajene biljke (Yang i sar., 2003).

2. 4. 5. 1. Uticaj malčeva na temperaturu zemljišta

Razvoj biljaka zavisi od temperature zemljišta, s obzirom da su biljke osetljivije na promene temperature zemljišta nego na temperaturne promene vazduha (Weih i Karlsson, 2000). Temperatura zemljišta, kao i vlažnost, deluju na razvoj mikroorganizama u zemljištu, na biološke procese transformacije hranljivih materija, kao i na dostupnost hranljivih materija, što sve indirektno utiče na razvoj biljke (Yang i sar., 2003; Pakdel i sar., 2012). Temperatura zemljišta prvenstveno deluje na samo klijanje semena, a zatim biljke postaju veoma osetljive u zoni korenovog rasta, pogotovu u ranim fazama razvoja i porasta (Van Wijk i sar., 1959; Brengle i Whitfield, 1969). U zoni rizosfernog sloja folije uspostavljaju konstantno višu temperaturu od 3 do 4°C, što dovodi do bržeg razvoja korenovog sistema (Momirović i sar., 2010). Biljke se zatim brže razvijaju u početnim fazama, a kasnije biljke stvaraju zasenu, čime je sprečeno pregrevanje zemljišta i nagli porast temperature u letnjem periodu (Momirović i sar., 2007). Pored toga, malč sprečava nagle promene temperature u oraničnom sloju (Teasdale i Mohler, 1993), pri čemu snižava maksimalnu, a povećava minimalnu dnevnu temperaturu (Skroch i sar., 1992). Takođe, preko dana malč snižava maksimalne dnevne temperature, dok noću povećava minimalne (Wang i sar., 2014). Leti, kada su visoke temperature vazduha, malčevi održavaju površinsko zemljište hladnijim od mesta gde je zemljište golo, dok zimi, kada su niske temperature, zemljište bude toplije ispod malča. Ovaj efekat je posebno koristan u slučaju golomrazice, kada niske temperature dovode do izmrzavanja zemljišta i uništavanja njegove mikroflore (Singh, 2003), kao i kod višegodišnjih biljaka gde se može sprečiti izmrzavanje reproduktivnih organa postavkom malča u jesenjem periodu u odgovarajućem sloju. U letnjim mesecima, temperatura zemljišta se smanjuje sa porastom debljine (od 5 do 25 cm) organskih malčeva, a raste primenom sintetičkih folija (Greenly i Rakow, 1995; Pakdel i sar., 2011; Wang i sar., 2014). Međutim, promene temperature zemljišta zavise

od vrste i količine primene malča, vlage u zemljištu, kao i same prirode i gustine useva. Pa su tako, Hanks i sar. (1961) utvrdili smanjenje temperature malčem od **slame** (primena 10 t ha⁻¹), što su povezali sa smanjenjem probijanja sunčevih zraka do zemljišta. Prihar i sar. (1975) su registrovali da je slama (6 t ha⁻¹) umanjila maksimalnu temperaturu zemljišta na dubini od 10 cm za 3 – 6°C, samo par nedelja nakon primene, dok je Munn (1992) na istoj dubini primenom istog malča utvrdio da se temperatura smanjila za 2,5°C u odnosu na golo zemljište. Bragagnolo i Mielniczuk (1990) su ustanovili da je primena slame od pšenice u količini od 7,5 t ha⁻¹ smanjila maksimalnu temperaturu zemljišta na dubini od 5 cm za 8,5°C, ali se povećao sadržaj vlage za 10%. Međutim, kako su biljke rasle, pravile su sve više senke, pa je samim tim površinski sloj zemljišta imao sve niže temperature (McCalla i Duley, 1946). Suprotno, upotreba slame nije značajno promenila temperaturu zemljišta na dubini od 15 cm, merena u prepodnevnom i popodnevnom časovima, u odnosu na zakorovljenu površinu, a viša temperatura za 1,2°C je uočena na dubini od 5 cm u popodnevnom časovima (Awodoyin i sar., 2007).

Malč od **novina** je doveo do smanjenja temperature zemljišta na dubini od 10 cm za 4,2°C u odnosu na golo zemljište (Munn, 1992). Korišćenjem istog malča, u sloju od 5 cm, Splawski i sar. (2016) su zabeležili povećanje temperature od 0,3°C na dubini od 23 cm u odnosu na golo zemljište, dok je na dubini od 5 cm temperatura ostala ista.

Skroch i sar. (1992) su utvrdili da su dnevne temperature zemljišta bile stabilnije u površinskom sloju zemljišta ispod organskih malčeva od **kore bora**, kao i **dugih i kratkih iglica bora**, kao i da su temperature manje oscilovale u odnosu na kontrolu. Malč od **kore tikovine** je neznatno promenio temperaturu zemljišta na dubinama od 5 i 15 cm, koja je merena u prepodnevnom i popodnevnom časovima, a najveća razlika (od 0,9°C) je zabeležena na dubini od 15 cm u prepodnevnom časovima, gde je temperatura ispod malča bila veća nego na zakorovljenom zemljištu (Awodoyin i sar., 2007). Takođe, malč od kore različitih vrsta drveća doveo je do povećanja temperature ispod malča na dubini od 5 cm za 3,2°C u odnosu na golo zemljište, dok je na dubini od 15 cm ta razlika iznosila 0,3°C (Splawski i sar., 2016).

Ponjičan i Bajkin (2005) su utvrdili da 9 različitih **PE folija** dovode do povećanja temperature zemljišta na dubini od 10 cm u vrednostima od 2,5 do 4,5°C u odnosu na zemljište koje nije pokriveno malčem. Korišćenje PE crne folije, debljine čak 9 µm dovelo je do povećanja temperature zemljišta na dubini od 5 i 10 cm, u proseku za 3,4°C i 2,9°C, redom, 90 dana nakon njene primene (Ramakrishna i sar., 2006). Takođe, korišćenje iste folije debljine 32 µm je u proseku povećalo temperaturu zemljišta za 0,4°C u odnosu na golo zemljište na dubini od 23 cm, dok je na dubini od 5 cm temperatura bila viša za 5,1°C (Splawski i sar., 2016). Takođe, PE crna folija (debljine 30 µm) je dovela do uvećanja temperature za 3,4°C na dubini od 10 cm u odnosu na nepokriveno zemljište (Ponjičan i Bajkin, 2005). Skroch i sar. (1992) su uvideli da je ista folija debljine 6 mm (što je znatno više od prethodno pomenute), uvećala temperaturu zemljišta za 0,8°C u površinskom sloju.

Korišćenje **PE sive folije** (debljine 22 µm) dovelo je takođe do uvećanja temperature zemljišta za 2,6°C u odnosu na zemljište koje nije pokriveno malčem na dubini od 10 cm (Ponjičan i Bajkin, 2005). Na dubini od 5 i 15 cm, Awodoyin i sar. (2007) su zabeležili nižu temperaturu zemljišta na zakorovljenoj površini u odnosu na površinu sa PE sivo – crnom folijom (debljine 25 µm). Na dubini od 5 cm i 15 cm u jutarnjim časovima temperature su bile veće za 1°C i 1,5°C, redom, dok su razlike u temperaturama u popodnevnom časovima bile veće zbog viših temperatura vazduha. Na 5 cm dubine temperatura je bila veća za 4,9°C, a na 15 cm za 2,6°C (Awodoyin i sar., 2007).

2. 4. 5. 2. Uticaj malčeva na pH reakciju zemljišta

Hemijska reakcija zemljišta je sezonski veoma varijabilna, a od nje zavise pravac i intenzitet raspadanja minerala u zemljištu, intenzitet mikrobioloških procesa i ishrana biljaka (Belić i sar., 2014). Ona se izražava preko pH vrednosti, a na osnovu hemijske reakcije, zemljišta su podeljena na kisela, neutralna i alkalna. Svaka biljna vrsta, bilo da je gajena ili korov, se optimalno razvija u određenom opsegu hemijske reakcije gde su jasno izražene minimalne i maksimalne vrednosti. Različite vrste malčeva mogu uticati na hemijsku reakciju zemljišta, odnosno pH vrednost, pri čemu su važne i karakteristike zemljišta na kome se primenjuje malč. Takođe, i malč koji se primenjuje ima određenu pH vrednost. Broschat (2000) je koristio malč od kore bora (*Pinus* sp.) čija pH je bila 3,6, malč od eukaliptusa (*Eucalyptus* spp.) čija pH vrednosti je 4,6, kao i malč od iglice bora (*Pinus* sp.) čija pH je 4,4, ali ni u jednom slučaju nije došlo do značajne promene pH zemljišta s obzirom da su pH vrednosti merene samo šest nedelja nakon primene malča. Takođe, Greenly i Rakow (1995) su utvrdili da kora bora, korišćena u debljini od 25 cm, nije uticala na promenu pH zemljišta. Pakdel i saradnici (2012) su očekivali da će korišćenje **kore bora i piljevine platana** (*Platanus orientalis*) smanjiti prisustvo azota i krečnjaka i time povećati pH zemljišta, ali malčevi ipak nisu uticali na promenu. S druge strane, Billeaud i Zajicek, (1989) su koristili malč od iseckane kore bora i pokazali da nakon šest meseci od primene malča u površinskom sloju zemljišta (do 5 cm), sa porastom debljine malča (5, 10 i 15 cm) opada pH vrednost zemljišta, pri čemu je primenom malča u sloju od 15 cm pH umanjena za 0,4. Korišćenjem malča od iglica bora takođe je došlo do smanjenja pH vrednosti zemljišta za 0,6 (Duryea i sar., 1999). Organski malč u vidu slame, nakon tri godine umanjio je pH takođe za 0,6, ali je tome doprinela i prihrana u vidu urea-amonijum nitrata koja je vršena jednom godišnje (Tindall i sar., 1991). Alharbi (2015) je zabeležio veće promene na kraju sezone u odnosu na početak, primenjujući mešavinu malčeva, gde je prvi sloj bio sačinjen od listova palmi (5 cm) a drugi od šljunka (10 cm). Zaključio je i da su veće promene pH vrednosti zabeležene u površinskom sloju zemljišta od 0 do 30 cm dubine, gde je dobijena pH vrednost za 0,7 niža u odnosu na zemljište bez malča, nego u dubljim slojevima, gde je zabeležena pH niža za 0,3 na dubini od 30 do 60 cm, i za 0,2 u sloju od 60 do 90 cm. Tindall i sar. (1991) ističu da nije došlo do promene pH pri primeni PE folije, dok su Sharma i Bhardway (2017) utvrdili da se ispod PE folije brže razgrađuju organski ostaci, čime se povećava količina organskih kiselina što dovodi do nižih pH vrednosti zemljišta. Ovim putem se indirektno može povećati i bioraspoloživost mikroelemenata (Mn, Zn, Cu i Fe) (Sharma i Bhardway, 2017). Takođe, Wang i sar. (2017) su ustanovili da PE malč pet godina nakon primene dovodi do smanjenja pH vrednosti za 0,4 na dubini do 15 cm. Suprotno od pomenutih malčeva koji dovode do smanjenja pH vrednosti, korišćenje organskog malča od komposta (u sloju od 7,5 cm) doveo je do povećanja pH vrednosti za 0,02 (Chan i sar., 2010). Dakle, različiti malčevi dovode do promena pH vrednosti zemljišta, što iskusnim stručnjacima može koristiti kao taktika za kreiranje povoljnih uslova za gajenje useva (bolje usvajanje organskih materija). Promene se javljaju nakon dužeg vremena izloženosti zemljišta određenom malču, tako da se ova mera retko koristi za promenu pH vrednosti zemljišta u okviru jedne vegetacione sezone. Takođe, da bi malč uticao na ovaj parametar veoma je bitna i debljina njegove primene.

3. MATERIJAL I METODE

3. 1. Osnovni podaci o ogledima

U periodu 2014 – 2017. godine, u pitomoj nani (*Mentha x piperit* L.) gajenoj u agroekološkim uslovima južnog Banata, u okolini Pančeva (44°52'20.0"N, 20°42'04.7"E, 81 m n.v.), sprovedeni su trogodišnji ogledi u cilju utvrđivanja efikasnosti prirodnih i sintetičkih malčeva u suzbijanju korova i postizanja visokog prinosa ove lekovite biljne vrste. Istraživanja su metodološki postavljena tako da su na osnovu rezultata preliminarnog oglada (2014/2015) u koji je bilo uključeno 14 malčeva (5 sintetičkih i 9 organskih), izdvojena četiri najefikasnija koji su korišćeni za nastavak istraživanja u dvogodišnjim ogledima (2015/2016 i 2016/2017). U dvogodišnjim istraživanjima je osim efikasnosti odabranih malčeva u suzbijanju korova ispitan i njihov efekat na **prinos pitome nane** (nadzemni deo biljke u cvetu - *Mentha piperitae herba*), kao i na prinos nakon uklanjanja stabljike (reblovanja). Ispitan je i uticaj malčeva na: **sadržaj i kvalitet etarskog ulja pitome nane** (*Menthae piperitae aetheroleum*), **prinos stolona** (koje se koriste kao reproduktivni materijal), i **osobine** (temperaturu i pH reakciju) **površinskog sloja zemljišta** (do 15 cm dubine) na kome se gaji pitoma nana.

Poreklo populacije i sadni materijal. Za zasnivanje zasada pitome nane, sadni materijal (stolone) je obezbeđen sa proizvodnih površina Instituta za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Pančevo, gde se gaji vrsta *Mentha x piperita*, sorta „Mitcham“. Stolone, kojima se ova biljna vrsta vegetativno razmnožava, izoravane su plugom u jesen, neposredno pred zasnivanje eksperimentalnog zasada. U istom danu, sveže, zdrave stolone ručno su isečene na dužinu od 15 - 20 cm, nakon čega je na svaki dužni metar reda zasaden po 0,04 kg stolona (Tabela 5). Stolone su mašinski polagane na dno u otvorene brazde, na dubinu od oko 10 cm, a potom su zagrnute zemljištem. Rastojanje između redova pitome nane je bilo 70 cm, čime je obezbeđivana optimalna norma sadnje (Stepanović i Radanović, 2011), prema kojoj se na 1 ha sadi oko 1500 kg stolona.

Agrotehnika. Zemljište za podizanje zasada pitome nane je pripremljeno dubokim jesenjim oranjem na dubini od 30 cm, nakon čega je površinski sloj zemljišta usitnjen ručnom frezom. Svi ogledi su zasnivani na istom tipu zemljišta. Prema klasifikaciji zemljišta bivše Jugoslavije (Škorić i sar., 1985) zemljište je tipa černozem sa znacima oglejavanja na lesu na nižoj rečnoj terasi. Prema teksturnoj klasi zemljište spada u ilovaste i peskovite gline (oko 39% gline) (Tabela 2). Vodno-fizička svojstva se odlikuju visokim vrednostima zapreminske mase i niske su ukupne poroznosti u oraničnim i naročito podorničnim horizontima, što ukazuje da se radi o slabo do srednje poroznom i zbijenom zemljištu (Tabela 2) (Radanović i sar., 2003).

Tabela 2. Osnovne mehaničke karakteristike oraničnog sloja zemljišta (0 - 25 cm) na lokalitetu oglada u Pančevu u periodu 2014 – 2017. godine

Mehanički sastav sloja 0 – 25 cm	Krupan pesak %	Sitan pesak %	Prah %	Glina %
Opis uzorka	2-0,2 mm	0,2-0,02 mm	0,02-0,002 mm	<0,002 mm
Lokacija: ogled sa vrstom <i>Mentha piperita</i>	0,28	28,72	32,28	38,72

Pre zasnivanja je urađena hemijska analiza oraničnog sloja zemljišta (Tabela 3 i 4). Zemljište na lokalitetu oglada je praktično neutralne do slabo kisele reakcije. Sa gledišta pristupačnosti glavnih biljnih hraniva, ova reakcija je vrlo povoljna za ishranu biljaka. Sadržaj ukupnih karbonata je <0,6% što je takođe povoljno. Sadržaj humusa je u kategoriji osrednje obezbeđenosti, a sadržaj ukupnog azota je dobar. Sadržaj fosfora u zemljištu je slabo obezbeđen, a sadržaj kalijuma u klasi bogato obezbeđenog zemljišta. Sadržaj korisnih mikroelemenata u zemljištu (Cu, Zn, Mn, Co) je u granicama uobičajenih koncentracija kod ovog tipa zemljišta i ispod je maksimalno dozvoljenih količina (MDK), kao i za teške metale (Pb, Ni, Cd, Cr) (Tabela 4). Na osnovu hemijskih analiza je određivana vrsta i količina đubriva. Za osnovno đubrenje uneto je 600 kg ha⁻¹ NPK (15:15:15) tokom predsetvene pripreme zemljišta (Tabela 5). Zasad je prihranjen dva puta u toku vegetacije, sa po 200 kg ha⁻¹ KAN-a (27%), prvi put u proleće, neposredno pred intenzivni porast pitome nane, a drugi nakon prve žetve (Tabela 5). Ukupna količina primenjenih hraniva u svakoj proizvodnoj godini iznosila je: N = 170, P₂O₅ = 90 i K₂O = 90 kg ha⁻¹.

Tabela 3. Osnovne hemijske karakteristike oraničnog sloja zemljišta (0 - 25 cm) na lokalitetu oglada u Pančevu u periodu 2014 – 2017. godine

Hemijska svojstva sloja 0 – 25 cm	pH		CaCO ₃ %	Humus %	Ukupni N %	AL- mg/100g	
	H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅	K ₂ O
Opis uzorka							
Lokacija: ogled sa vrstom <i>Mentha piperita</i>	6,9-7,4	6,0-6,7	0,0-0,6	3,6-3,7	0,23-0,25	3,0-4,5	33,0-46,0

Tabela 4. Sadržaj mikroelemenata i teških metala (ppm) u oraničnom sloju zemljišta (0 - 25 cm) na lokalitetu oglada u Pančevu u periodu 2014 – 2017. godine

Hemijska svojstva sloja 0 – 25 cm	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	As
	mg kg ⁻¹							
Opis uzorka								
Lokacija: ogled sa vrstom <i>Mentha piperita</i>	<MDL	43,4	27,3	36,6	19,9	77,3	572,6	6,9
MDK ¹	100	300	1000		100	3,0	50	100

MDL – granica detekcije primenjene analitičke metode

¹ MDK – maksimalno dozvoljena količina - Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja.

Tabela 5. Raspored izvođenja radova u ogledima

Agrotehničke mere	Eksperimentalna godina		
	2014/15	2015/16	2016/17
Jesenje duboko oranje i osnovno đubrenje zemljišta	5.11.2014.	9.10.2015.	1.11.2016.
Sadnja stolona pitome nane	6.11.2014.	10.10.2015.	2.11.2016.
Prva prihrana i postavka malčeva	18.3.2015.	5.4.2016.	28.3.2017.
I ocena korova	1.7.2015.	11.7.2016.	2.7.2017.
I žetva nane i druga prihrana pitome nane	7.7.2015.	12.7.2016.	3.7.2017.
II ocena korova	9.9.2015.	5.9.2016.	4.10.2017.
II žetva pitome nane	15.9.2015.	8.9.2016.	10.10.2017.
Uzorkovanje stolona		22.11.2016.	8.11.2017.
Okopavanje kontrole K1*	29.4.2015.	9.5.2016.	27.4.2017.
	13.5.2015.	31.5.2016.	15.5.2017.
	3.6.2015.	13.6.2016.	1.6.2017.
	17.6.2015.	28.6.2016.	22.6.2017.
	1.7.2015.	11.7.2016.	2.7.2017.
	30.7.2015.	23.7.2016.	28.7.2017.
	13.8.2015.	9.8.2016.	16.8.2017.
	9.9.2015.	5.9.2016.	28.9.2017.
		4.10.2017.	

*u preliminarnoj godini (2014/15) u isto vreme su rađeni okopavanje kontrole K1 i ručno uklanjanje korova u međuredu

Tretmani. U preliminarni ogled je uključeno ukupno 14 tretmana sa primenom malča, devet organskih i pet sintetičkih, i tri kontrolna tretmana (Tabela 6). Malčevi su postavljeni u proleće 2015. godine, a način postavljanja je zavisio od tipa malča. Sintetički malčevi (T1 - T5) su postavljeni duž redova pitome nane, u širini od 70 cm, pri čemu se na sredini rolni ovih malčeva, na svakih 10 cm reda, nalazio kružni otvor Ø 10 cm, za potrebe rasta gajene biljke. Organski malčevi (T6 - T14) su postavljeni između redova pitome nane, u sloju debljine 5 - 10 cm i širine 0,5 m, pri čemu se količina primene razlikovala i zavisila je od vrste malča. Slama je postavljena u količini od 3,0 kg m⁻², kora bora u količini od 8,5 kg m⁻², piljevina bagrema u količini od 8,8 kg m⁻², komadi kartona 2,0 kg m⁻², iglice crnog bora 2,2 kg m⁻², kukuruzovina 4,0 kg m⁻², kora bagrema u količini od 8,0 kg m⁻² i kompost 1 i 2 u količini od 9,0 kg m⁻². Tretmani sa primenom malča u preliminarnom ogledu su bili podeljeni na dva podtretmana. U jednom podtretmanu je primena malčeva kombinovana sa ručnim uklanjanjem korova (okopavanjem i plevljenjem), na svake dve nedelje, u zoni reda kod organskih malčeva (*organski malčevi – sa uklanjanjem korova*), odnosno u kružnim otvorima kod sintetičkih malčeva (*sintetički malčevi – sa uklanjanjem korova*). U drugom podtretmanu su primenjeni malčevi ali korovi u zoni reda/kružnim otvorima nisu uklanjani (*organski malčevi – bez uklanjanja korova* i *sintetički malčevi – bez uklanjanja korova*).

U preliminarnom ogledu je bilo tri kontrolna tretmana, K1, K2 i K3. U K1 su korovi redovno uklanjani na svake dve nedelje, i u redu i u međuredu (okopavanje i plevljenje), dok su u K2 korovi uklanjani samo u međuredu (okopavanje). U kontroli K3 nije bilo uklanjanja korova. U podtretmanima *bez uklanjanja korova* kod svih sintetičkih i jednog organskog malča (T9), procena efikasnosti u suzbijanju korova izračunata je u odnosu na K2, kao najadekvatniju, dok je u podtretmanima *sa uklanjanjem korova* efikasnost malčeva izračunata u odnosu na K3. U dvogodišnjim istraživanjima, obzirom da je K2 isključena, efikasnost tretmana je utvrđena u odnosu na K3.

Tabela 6. Tretmani (karakteristike malčeva i opisi kontrolnih tretmana), uključeni u preliminarna istraživanja (2014/15)

Oznaka	Tretman	Poreklo malča	Osnovne karakteristike malča	
<i>Sintetički malčevi</i>	T1	Biorazgradiva crna folija	Windhager, Nemačka	debljina 30 µm, propušta atmosferske padavine, postojana do godinu dana
	T2	Perforirana PE crna folija	FloraSelf, Nemačka	debljina 20 µm, propušta atmosferske padavine
	T3	PE sivo-crna folija	GINEGAR Plastic Products Ltd., Izrael	debljina 25 µm, ne propušta atmosferske padavine, reflektuje sunčeve zrake
	T4	PE crna folija	GINEGAR Plastic Products Ltd., Izrael	debljina 30 µm, ne propušta atmosferske padavine
	T5	Agrotekstilna crna folija	GINEGAR Plastic Products Ltd., Izrael	debljina 1 mm, propušta atmosferske padavine
<i>Organski malčevi</i>	T6	Slama	Institut „Tamiš“, Pančevo	od postžetvenih ostataka pšenice, usitnjena i suva
	T7	Kora bora	O.D. „Silver“, Bajna Bašta	usitnjeni komadi (2x2 cm)
	T8	Piljevina bagrema	„Pilana i ogrev KZS“, Sremska Mitrovica	
	T9	Karton	Reciklaža velikih kartonskih kutija iz sektora Proizvodnja, Institut „Dr J. Pančić“, Pančevo	debljina 2 mm
	T10	Iglice crnog bora	JP „Srbijašume“, Avala, Beograd	osušene iglice
	T11	Kukuruzovina	Institut „Tamiš“, Pančevo	usitnjena kukuruzovina preostala nakon žetve
	T12	Kora bagrema	D.O.O. „Kolibica“, Golubinci	usitnjeni komadi kore bagrema
	T13	Kompost 1	Odeljenje primarne prerade bilja, Instituta „dr J. Pančić“	sadrži 23,0% organske i 34,6% mineralne materije, pH 7,3, nastao kao rezultat zbrinjavanja biološkog otpada
	T14	Kompost 2	Odeljenje ekstrakcije i destilacije, Instituta „J. Pančić“	sadrži 27,9% organske i 25% mineralne materije, pH 7,7, nastao kao rezultat zbrinjavanja biološkog otpada
<i>Kontrola</i>	K1	Kontrola 1		redovno okopavanje i plevljenje
	K2	Kontrola 2		okopavanje samo u međuredu
	K3	Kontrola 3		bez uklanjanja korova

Za nastavak istraživanja u dvogodišnjim ogledima, od ispitivanih 14 tretmana sa primenom malča, odabrana su četiri malča u kombinaciji *sa uklanjanjem korova* u zoni reda, i to dva organska (piljevina bagrema- T8 i iglice crnog bora- T10) i dva sintetička (PE sivo-crna folija- T3 i agrotekstilna crna folija- T5), na bazi sledećih kriterijumima:

- ostvareni prinos pitome nane (kg ha^{-1});
- ostvarena redukcija korova (%);
- praktičnost primene malča i njegova raspoloživost na tržištu.

Eksperimentalni dizajn. U preliminarnom ogledu je primenjen potpuno randomizirani faktorijalni plan, u 3 ponavljanja, pri čemu su eksperimentalne jedinice birane slučajno a tretmani randomizovano dodeljivani. Dimenzija jedinične parcele je iznosila $1,4 \text{ m}^2$ ($4,2 \text{ m}^2$ po tretmanu). Eksperimentalni dizajn dvogodišnjeg ogleda je bio potpuno slučajni blok sistem, u 4 ponavljanja. Površina jedinične parcele je iznosila $8,4 \text{ m}^2$ ($3 \times 2,8 \text{ m}$) i obuhvatala je četiri reda pitome nane. U svim ogledima međuredni razmak je bio $0,7 \text{ m}$, dok su u redovima biljke sadene u neprekidnom nizu.

3. 2. Efekat malčeva na korove

Efikasnost malčeva u suzbijanju korova je procenjena na osnovu:

- 1) brojnosti i biomase svih prisutnih korovskih vrsta i
- 2) ukupne biomase korova.

Uzorkovanje korova je rađeno dva puta u toku vegetacione sezone pitome nane (Tabela 5); prvi put neposredno pred prvu žetvu (I ocena) a drugi pred drugu žetvu nane (II ocena). Korovi su uzimani pomoću drvenog rama ($P = 0,25 \text{ m}^2$ ($0,35 \times 0,7 \text{ m}$)) u međuredu pitome nane, i to sa površine pokrivene malčem. Osim toga, u preliminarnom ogledu u podtretmanima bez uklanjanja korova, su uzorkovani i korovi koji su rasli u redovima nane, u zoni širine $0,2 \text{ m}$. Uzeta su po tri uzorka iz svakog tretmana u preliminarnom ogledu, dok su u dvogodišnjim istraživanjima uzeta po četiri uzorka, sa svake eksperimentalne parcelice po jedan. Po završetku I ocene, preostali korovi su uklonjeni sa ogleda (sa svih tretmana, uključujući i K3), dok su uzorkovane korovske vrste u svežem stanju determinisane pomoću odgovarajućih ključeva za determinaciju (Josifović, 1974; Hamouz i Hamouzova, 2016). Razvrstane korovske vrste su izbrojane i za svaku vrstu brojnost je iskazana kao broj jedinki po jedinici površine (BR; broj m^{-2}), a potom su ostavljene da se prirodnim putem osuše, na zasenjenom promajnom mestu. Vazdušno suva biomasa korova merena je na tehničkoj vagi (KERN 573-46NM, D-72336 Balingen). Potom je po 10 grama vazdušno suvog uzorka od svake korovske vrste dosušeno u sušari (SANYO MOV-212), na 105°C u trajanju 48 h , do apsolutno suvog. Na osnovu smanjenja mase uzoraka sušenih u sušari vršen je preračun do apsolutno suve biljne mase i izražen za svaku korovsku vrstu po jedinici površine (BM; g m^{-2}), a izračunata je i ukupna apsolutno suva biomasa korova po jedinici površine (UBK; kg m^{-2}). Efikasnost malčeva u suzbijanju korova (EF) u odnosu na K3 preračunata je po formuli [1]:

$$EF = 100 - \left[\frac{svUBK_t \times 100}{svUBK_k} \right] \quad [1]$$

EF – efikasnost malčeva u suzbijanju korova

svUBK_t – srednja vrednost ukupne biomase korova (kg m^{-2}) u tretmanu;

svUBK_k – srednja vrednost ukupne biomase korova (kg m^{-2}) u K3.

3. 3. Efekat malčeva na prinos i kvalitet biljne sirovine

Žetva. Pitoma nana je gajenja u uslovima suvog ratarenja. Žetva je obavljena u optimalnoj fazi za postizanje maksimalnog prinosa biljne sirovine i maksimalnog sadržaja etarskog ulja, što prema Stepanoviću i Radanoviću (2011) odgovara fazi biljke u kojoj su cvetovi u prvoj trećini cvasti potpuno otvoreni. Žetva je obavljena u dva navrata, prvi put početkom jula, a drugi krajem septembra ili početkom oktobra, a što je zavisilo od vremenskih prilika u datoj proizvodnoj godini (Tabela 5). Biljni materijal je požnjeven po lepom i suvom vremenu, ručno, srpom, na visini od 5 cm od površine zemljišta. Masa požnjevenog materijala je izmerena u svežem stanju, a potom je biljni materijal ostavljen da se suši na zasenjenom promajnom mestu, na temperaturi ispod 40°C.

Prinos biljne sirovine. U preliminarnim istraživanjima obe žetve pitome nane su obavljene sa jediničnih parcela ($P = 0,7 \text{ m}^2$), dok je u dvogodišnjem istraživanju, pitoma nana požnjevena sa centralnih delova jediničnih parcela ($P = 2,8 \text{ m}^2$), što je podrazumevalo unutrašnja dva reda nane u okviru svake parcele. U dvogodišnjim istraživanjima, u vazdušno suvim uzorcima požnjevenog nadzemnog dela pitome nane ručno su odvajani list i cvet (L+C) od stabljika (S), a potom su mereni na tehničkoj vagi (KERN 573-46NM, D-72336 Balingen, Germany). Radi određivanja apsolutno suve biomase, prosečni uzorci (zasebno L+C i S) u težini od 10 grama su dosušivani u sušari (SANYO MOV-212) do konstantne težine, na 105°C u trajanju 48 h.

Prinosi **apsolutno suve biomase nadzemnog dela pitome nane** (ASB) izvedeni su računskim putem po formuli [2]:

$$\begin{aligned} \text{ASB} &= [\text{BS} - (\text{BS} \times \alpha)] + [\text{BLC} - (\text{BLC} \times \beta)] \\ \alpha &= 100 - (\text{BS}_{\text{uz}} \times \text{NBSS}) \\ \beta &= 100 - (\text{BLC}_{\text{uz}} \times \text{NBLC}) \end{aligned} \quad [2]$$

ASB – apsolutno suva biomasa nadzemnog dela pitome nane;

BS – biomasa stabla;

BLC – biomasa lista i cveta;

α – koeficijent koji predstavlja procenat sasušavanja stabla;

BS_{uz} – uzorak vazdušno suve biomase stabla;

NBSS – neto biomasa stabla posle sušenja;

β – koeficijent koji predstavlja procenat sasušavanja lista i cveta;

BLC_{uz} – uzorak vazdušno suve biomase lista i cveta;

NBLC – neto biomasa lista i cveta posle sušenja.

Prinosi apsolutno suve mase nadzemnog dela pitome nane, kao i udeo lista i cveta (L+C) u njemu, preračunati su i izraženi po jedinici površine (t ha^{-1}).

Kvalitet biljne sirovine. U okviru dvogodišnjih istraživanja u vazdušno suvim uzorcima iz dela prinosa pitome nane koji uključuju samo list i cvet (L+C), nakon uklanjanja stabljike, rađeno je:

- 1) određivanje sadržaja etarskog ulja i
- 2) kvalitativna i kvantitativna analiza etarskog ulja.

Postupak ekstrakcije etarskog ulja i određivanje sadržaja ulja u biljnom materijalu. Etarsko ulje je ekstrahovano iz vazdušno suvog biljnog materijala (L+C), destilacijom vodenom parom, u aparaturi po Klevendžeru, shodno propisu Ph. Jug. IV, postupak 1. Ukratko, u tikvicu od 1000 ml, sa nastavkom za destilaciju, odmereno je 400 ml vode u koju je dodato 20 grama biljnog materijala. Tikvica je potom zagrevana do ključanja, nakon čega je mereno 2 h do završetka postupka destilacije ulja.

Zapremina etarskog ulja (ml) je očitavana 30 minuta po završetku destilacije. Sadržaj etarskog ulja u uzorcima vazdušno suve biljne mase izražen je u ml na 100 g, odnosno u mešovitim procentima (% v/m).

Kvalitativna i kvantitativna analiza etarskog ulja. Identifikacija pojedinačnih komponenti etarskog ulja pitome nane je izvršena na gasno-masenom spektrometru (GC/MS, Varian CP-3800/Saturn 2200) opremljenom split/splitless injektorom i DB-5MS kolonom (30 m x 0,25 mm, debljine filma 0,25 µm), korišćenjem Wiley 7.0 biblioteke masenih spektara, i poređenjem dobijenih Kovačevih indeksa (RI) sa literaturnim podacima (Adams, 2007). Heksanski rastvor uzorka etarskog ulja (1 µL, 1% rastvor) je injektiran u split-režimu (1:20), pri temperaturama injektora, jonskog trapa i transfer-linije od 250, 250 i 280°C, redom, pri protoku helijuma kao nosećeg gasa od 1 mL/min, dok je temperatura kolone linearno programirana od 50 do 250°C, sa brzinom zagrevanja od 4°C i izoterskim držanjem na 250°C (10 min). Kvantitativna analiza ulja je izvršena na gasnom-hromatografu (GC, Agilent 7890A) opremljenom split/splitless injektorom, HP-5 kolonom (30 m x 0,32 mm, debljine filma 0,25 µm) i plameno-jonizujućim detektorom (FID), pri čemu je zastupljenost pojedinačnih komponenti etarskog ulja u dobijenim hromatogramima dobijena metodom normalizacije, nakon eliminisanja pika rastvarača. Heksanski rastvor uzorka etarskog ulja (1 µL, 1% rastvor) je injektiran u split-režimu (1:20), pri temperaturi injektora i detektora od 250 i 300°C, redom, pri protoku vodonika kao nosećeg gasa od 1 mL/min, dok je temperaturni program kolone bio isti kao u slučaju GC/MS analize.

Analizirano je variranje komponenti prisutnih u etarskom ulju svojim sadržajem $\geq 5\%$, kao i komponenti koje propisuje ISO 856: 2006 za ovo ulje (*Mentha x piperita* L.).

3. 4. Efekat malčeva na relativni sadržaj hlorofila u listu pitome nane

U dvogodišnjim istraživanjima, u vreme žetve meren je intenzitet ozelenelosti listova pomoću prenosivog hlorofilmetra (Chlorophyll meter, Minolta SPAD-502) nedestruktivnom metodom. Intenzitet ozelenelosti listova korelira sa sadržajem hlorofila u listu i predstavlja **relativni sadržaj hlorofila (RSH)**, koji se procenjuje na osnovu izmerene transmitovane svetlosti crvenog i infracrvenog dela spektra od strane lista (Gratani, 1992). Potpuno slučajnim odabirom biljaka u okviru centralne površine svake parcele (dva unutrašnja reda), u kojoj je i vršena žetva, očitane su RSH vrednosti na fiziološki najaktivnijim listovima, sa površine lista $P=0,06 \text{ cm}^2$. Ukupno je bilo 40 očitavanja u okviru jednog tretmana (10 po jediničnoj parceli). U odnosu na očitane vrednosti u K1 (koje su posmatrane kao maksimalne), izračunata je **redukcija relativnog sadržaja hlorofila (RRSH)**. Relativni sadržaj hlorofila (RSH), u odnosu na vrednosti dobijene u K1, kao i RRSH, izračunati su prema sledećim formulama [3 i 4]:

$$RSH_t[\%] = \frac{svRSH_t \times 100}{svRSH_k} \quad [3]$$

RSH_t – relativni sadržaj hlorofila u tretmanu

$svRSH_t$ – srednja vrednost relativnog sadržaja hlorofila u tretmanu

$svRSH_k$ – srednja vrednost relativnog sadržaja hlorofila u K1

$$RRSH_t = 100 - RSH_t \quad [4]$$

$RRSH_t$ – redukcija relativnog sadržaja hlorofila u tretmanu

RSH_t – relativni sadržaj hlorofila u tretmanu

3. 5. Efekat malčeva na zemljište

Temperatura zemljišta. U dvogodišnjim istraživanjima, temperatura zemljišta je merena termometrom „Testo 110“, pomoću ubodne sonde od neruđajućeg čelika, tokom cele vegetacione sezone pitome nane u intervalima od oko dve nedelje u zavisnosti od vremenskih prilika. U okviru svakog tretmana urađena su po četiri merenja, na dve dubine (5 i 15 cm), ispod malčeva.

Reakcija zemljišta. U dvogodišnjim istraživanjima, efekat tretmana na pH reakciju zemljišta je ocenjivan u uzorcima zemljišta uzetim sa 3 različite dubine; sa dubine 0 – 5 cm, 5 – 10 cm i 10 – 15 cm. Uzorci zemljišta uzeti su neposredno uz biljku, nakon druge žetve pitome nane, iz centralnog dela jedinične parcele ($P=8,4 \text{ m}^2$), u 4 ponavljanja po tretmanu, pri čemu je korišćena ubodna sonda ($\varnothing 2 \text{ cm}$). Od 10 pojedinačnih uzoraka formiran je po jedan prosečan uzorak za svaku dubinu. Uzorci su potom sušeni na sobnoj temperaturi u laboratoriji, nakon čega su usitnjeni u avanu i prosejani kroz sito sa otvorima od 2 mm. Vazdušno-suv i usitnjen uzorak (10 g) je prenet u staklenu čašu (50 cm^3) u koju je menzutom dodata destilovana voda (25 cm^3), uz povremeno mešanje staklenim štapićem u toku 30 min. Nakon toga je očitana pH vrednost električnim pH metrom sa dvojnou kombinovanom elektrodom (inoLab, pH 7110 (BNC)). Reakcija zemljišta (pH vrednost) određena je potenciometrijski, u suspenziji zemljište/ H_2O i KCl (1: 2,5), prema standardnoj proceduri (Belić i sar., 2014).

3. 6. Efekat malčeva na prinos stolona

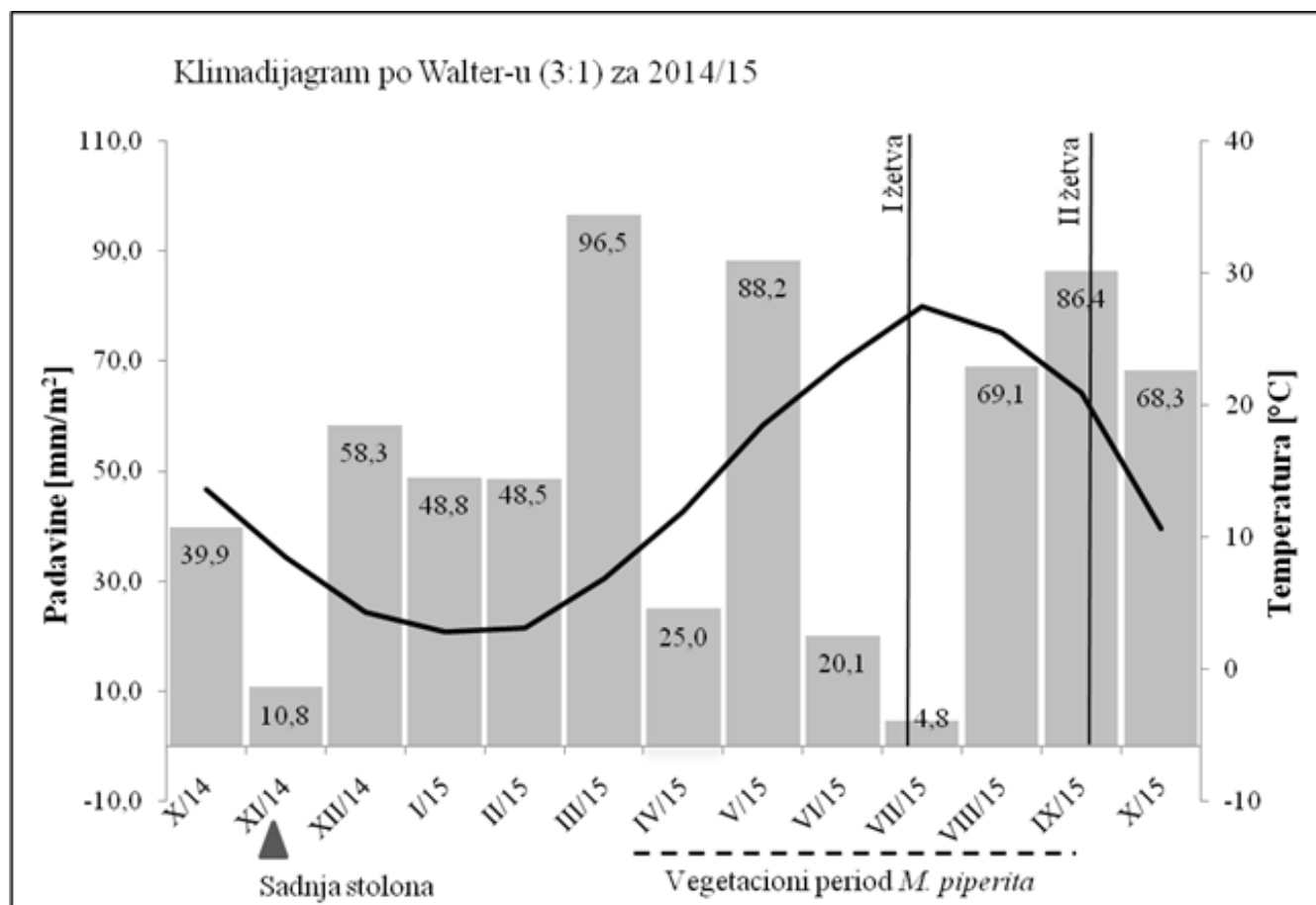
Na kraju vegetacionog perioda pitome nane, u dvogodišnjim istraživanjima, iz zemljišta su izvađene **stolone** pitome nane, koje se koriste kao reproduktivni organi ove vrste. Ukupno je uzeto 8 uzoraka po tretmanu (po 2 sa jedinične parcele). Na tehničkoj vagi izmerena je sveža masa stolona i preračunat **prinos svežih stolona po jedinici površine** (kg ha^{-1}). Potom je formiran prosečan uzorak tako što je iz svakog ponavljanja od dva uzorka spajanjem formiran jedan, od koga su slučajnim odabirom odmereni uzorci od po 30 grama. Oni su ostavljeni prvo da se prosuše na sobnoj temperaturi u trajanju 24 h, a potom su osušeni u sušari (SANYO MOV-212) na 105°C , u trajanju 16 h, do konstantne težine. Dobijeni procenti vlage su korišćeni za preračunavanje **apsolutno suve mase stolona**, koja je potom izražena po jedinici površine (t ha^{-1}).

3. 7. Meteorološki podaci

Raspored padavina i kretanje temperatura u trogodišnjem periodu (2014 – 2017), na lokalitetu ogleđa, prikazan je na klimadijagramu 1 (period 2014/15), klimadijagram 2 (period 2015/16) i klimadijagram 3 (period 2016/17) (podaci za MS Pančevo – Tamiš). Prosečne godišnje temperature bile su sličnih vrednosti u sve tri ispitivane godine, koje su se odnosile na period od zasnivanja zasada do žetve. Najviša prosečna godišnja temperatura je iznosila $13,9^\circ\text{C}$ i zabeležena je u periodu od oktobra 2014 do oktobra 2015 i bila je viša od prosečne godišnje temperature za region južnog Banat. Takođe, i za period 2015/16 i 2016/17, prosečne godišnje temperature su bile više od prosečne temperature za ovaj region i iznosile su $13,1$ i $12,3^\circ\text{C}$, redom. Ukupna suma padavina u periodu 2015/16 bila je znatno viša i od proseka za ovaj region i u odnosu na druge dve godine, i iznosila je 716 mm, dok je u periodu 2014/15 takođe bila iznad proseka 664,7 mm, a u sezoni 2016/17 je bila ispod proseka za ovaj region, znatno niža u odnosu na druge dve godine i iznosila je 511,4 mm.

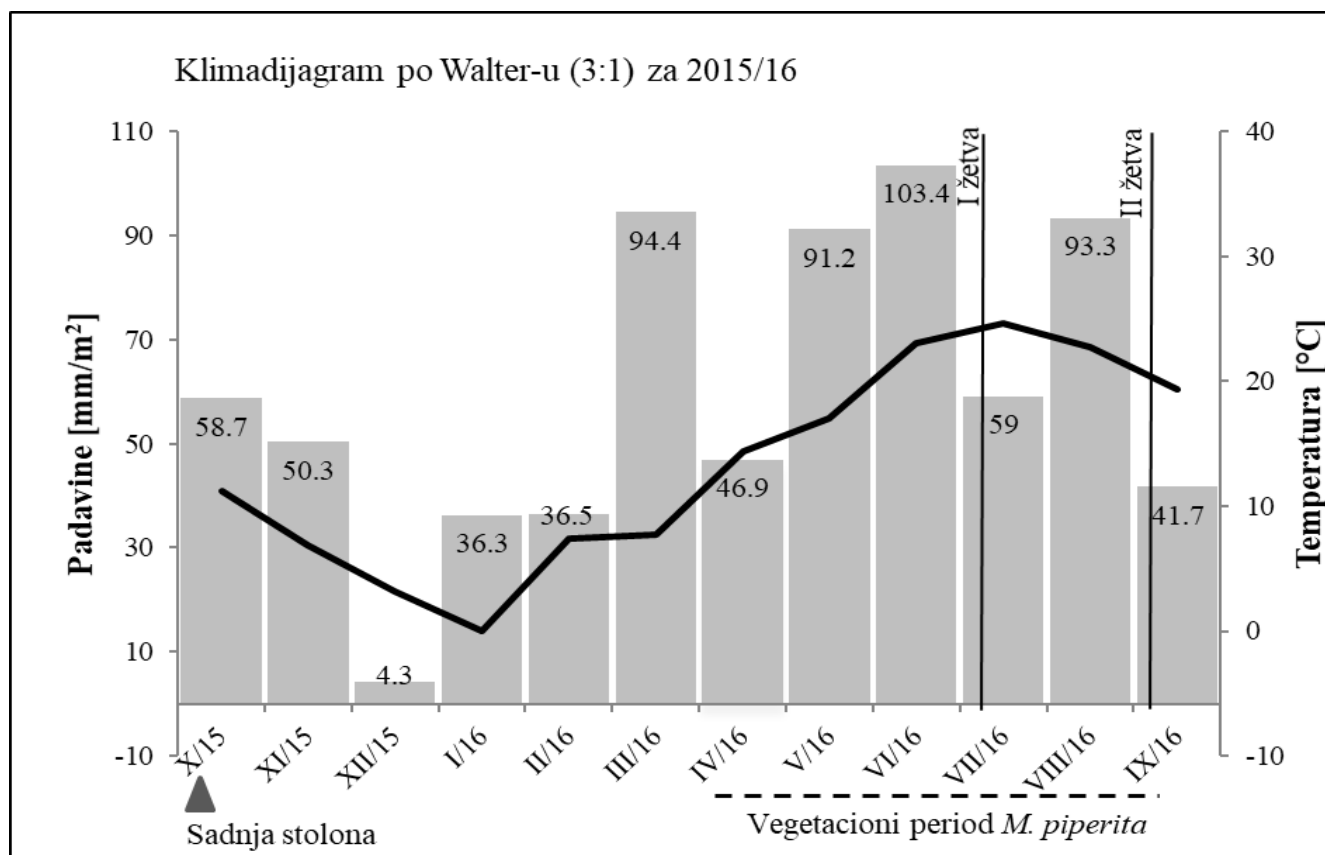
Najtopliji mesec u sve tri godine je bio jul, sa prosečnim temperaturama koje su bile više u odnosu na višegodišnji prosek za ovaj region, i iznosile su $27,5^\circ\text{C}$ u 2015. godini, $24,7^\circ\text{C}$ u 2016. i $25,6^\circ\text{C}$ u 2017. godini. Najhladniji mesec je bio januar u svim posmatranim godinama, sa veoma visokom vrednošću za prosečnu temperaturu koja je iznosila $2,8^\circ\text{C}$ u 2015. godini, i generalno veoma visokim temperaturnim prosekom u zimskom periodu 2014/15.

U 2016. godini prosečna temperatura u najhladnijem mesecu (januar) je iznosila 0,0°C, što je karakteristično za ravničarske predele kao što je lokalitet gde se nalazio ogled. S druge strane, prosečna vrednost u 2017. godini bila je ispod višegodišnjeg proseka sa naročito izraženim temperaturama u minusu čiji je prosek bio -4,9°C.



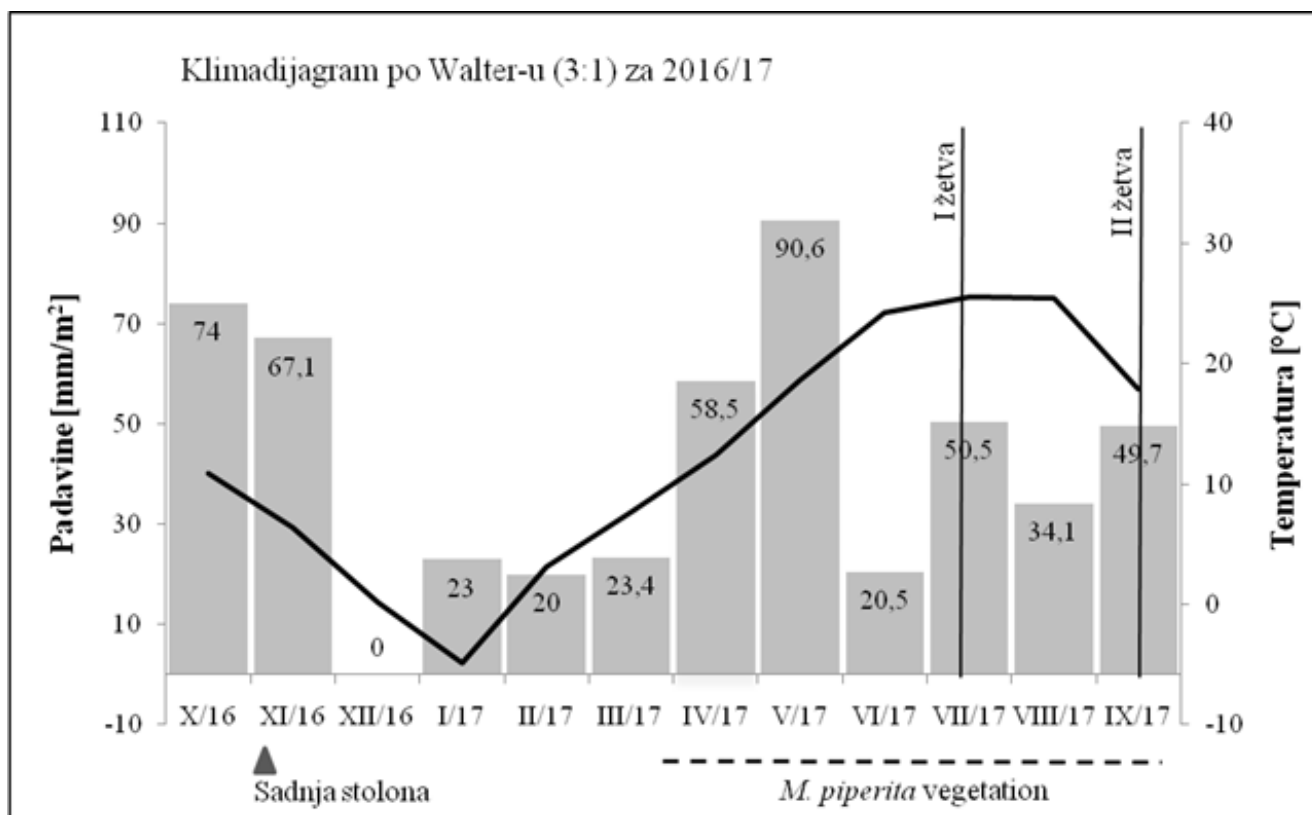
Klimadijagram 1. Raspored temperatura i padavina na lokalitetu Pančevo (2014 - 2015)

Prosečna temperatura za vreme vegetacionog perioda (IV - IX) u 2015. godini bila je 21,1°C, dok je u periodu do I žetve (IV – početka VII) prosečna temperatura bila 17,9°C, a u periodu između I i II žetve (VII - IX) iznosila je znatno više 24,6°C. Ukupna suma padavina u vegetacionom periodu iznosila je 293,6 mm; od toga je od početka aprila do kraja maja palo 113,2 mm, dok je u junu i julu bila suša (palo je samo 24,9 mm), a u avgustu i septembru je ukupno palo 155,5 mm. Mesec jun i jul se mogu okarakterisati kao period sa izrazitim deficitom padavina, ali s obzirom da su padavine bile obilne u maju mesecu, može se pretpostaviti da ovaj deficit nije značajno uticao na celokupni razvoj biljke do I žetve. Takođe, iako je deficit zabeležen u julu mesecu, količina padavina u avgustu mesecu je bila visoka za taj period godine, pa se pretpostavlja da deficit nije uticao na prinos gajene biljke do II žetve. Od sadnje do I žetve (IV – početka VII) pitome nane palo je ukupno 133,3 mm, dok je u periodu od I do II žetve (VII - IX) palo znatno više 160,3 mm (Klimadijagram 1).



Klimadijagram 2. Raspored temperatura i padavina na lokalitetu Pančevo (2015 - 2016)

U 2016. godini prosečna temperatura u vegetacionom periodu pitome nane (IV-IX) bila je 20,2°C, dok je u periodu do I žetve (IV – početak VII) prosečna temperatura bila 18,1°C, a u periodu između I i II žetve (VII - IX) iznosila 22,2°C. Ukupna suma padavina u toku vegetacionog perioda 2016. godine iznosila je 435,5 mm, što drugim rečima znači da je u ovoj godini vlažnost zemljišta bila vrlo povoljna u periodu rasta i razvoja pitome nane u obe žetve. U prolećnom periodu, prilikom intenzivnog porasta pitome nane, količine padavina su bile veoma visoke i od perioda nicanja gajene vrste pa sve do I žetve (IV – početak VII) ukupno je palo 241,5 mm, što je duplo više padavina u odnosu na isti period u druge dve eksperimentalne godine. Velike količine padavina podstiču razvoj nadzemnog dela pitome nane, a samim tim i visoke vrednosti prinosa. Takođe, u periodu od I do II žetve (VII - IX) ukupno je palo znatno više kiše 194,0 mm u odnosu na posmatrani isti period u druge dve eksperimentalne godine, ali manje u odnosu na period do I žetve u istoj godini (Klimadijagram 2).



Klimadijagram 3. Raspored temperatura i padavina na lokalitetu Pančevo (2016 - 2017)

U 2017. godini prosek temperatura u vegetacionom periodu je bio 20,7°C, dok je u periodu do I žetve (IV-VI) prosečna temperatura bila 18,5°C, a u periodu između I i II žetve (VII-IX) prosečna temperatura je bila znatno viša 23,0°C. Ukupna suma padavina u toku vegetacionog perioda (IV-IX) 2017. godine je bila 511,4 mm. Naročito izražen deficit je zabeležen u zimsko – prolećnom periodu od XII 2016. do IV 2017. godine, kada je ukupno palo 66,4 mm. Takođe, izrazit deficit padavina je postojao i u junu mesecu (20,5 mm) slično kao u istom periodu 2015. godine. Nasuprot, u junu 2016. godine zabeležene su ukupne količine padavina koje su bile 5 puta veće u odnosu na 2015 i 2017. godinu. U periodu do I žetve (IV-VI) u 2017. godini, ukupno je palo 169,6 mm, a najviše padavina je zabeleženo u maju mesecu (90,6 mm). U periodu između I i II žetve (VII-IX), ukupno je palo 134,4 mm, što je znatno manje padavina u odnosu na druge dve ispitivane godine. Iako je u ovoj godini zabeležena najmanja količina padavina tokom cele godine, ipak je u vegetacionoj sezoni bila veća u odnosu na 2015. godinu, pogotovu u periodu do I žetve (IV-VI) (Klimadijagram 3).

3. 8. Statistička obrada podataka

Svi rezultati su statistički obrađeni pomoću softverskih paketa STATISTIKA ® 7.0 (StatSoft, Inc. (2007) STATISTICA data analysis software system, www.statsoft.com) i IBM SPSS statistika (verzija 25.0 za Windows). Prvo su određeni parametri deskriptivne statistike (srednja vrednost, minimum, maksimum, standardna devijacija). Pomoću Levenovog testa proverena je homogenost varijanse i gde je bilo potrebno, urađena je logaritamska transformacija dobijenih rezultata. Nakon toga, poređenjem srednjih vrednosti dobijenih prinosa pitome nane, prinosa stolona, prinosa etarskog ulja, promene relativnog sadržaja hlorofila u listu, biomase korova, promene pH reakcije i temperature u zemljištu urađena je dvofaktorska analiza varijanse (ANOVA). Analiziran je efekat tretmana i različito vreme žetve, odnosno ocena korova ili opisanih merenja, kao i interakcija posmatranih parametara. U varijantama kada su dobijene p vrednosti bile statistički značajne ($p < 0,05$) dalje poređenje je urađeno pomoću Dankanovog (Duncan's test) ili Takijevog (Tukey) testa.

4. REZULTATI

4. 1. Preliminarna istraživanja

Preliminarnim istraživanjima je obavljen skrining raspoloživih sintetičkih i organskih malčeva za suzbijanje korova u pitomoj nani, radi odabira najpodesnijih malčeva za primenu u zasadu ove vrste. Analiziran je njihov efekat na korove, odnosno efikasnost suzbijanja korova i efekat na prinos pitome nane.

4. 1. 1. Efekat malčeva na korove

Pregled vrsta koje su bile prisutne na eksperimentalnoj parceli tokom preliminarnih istraživanja (ukupno 32 biljne vrste iz 13 familija) predstavljen je u tabeli 7, dok je uticaj malčeva na korove procenjen na osnovu ukupne biomase korova (UBK) (Grafik 1 – 3). Familijama *Poaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae* i *Amaranthaceae* je pripadao najveći broj vrsta. Uskolisne najbrojnije vrste u okviru familije *Poaceae* su bile: *Avena fatua*, *Agropyrum repens*, *Setaria viridis* i *Sorghum halepense*, dok su od širokolisnih najbrojnije bile: *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Bilderdykia convolvulus*, *Picris hieracioides* i *Portulaca oleracea*. Malom brojnošću, a velikom pojedinačnom biomasom su se izdvojile širokolisne vrste *Rumex crispus* i *Polygonum aviculare*. U svim tretmanima UBK je u II oceni bila niža u odnosu na I ocenu.

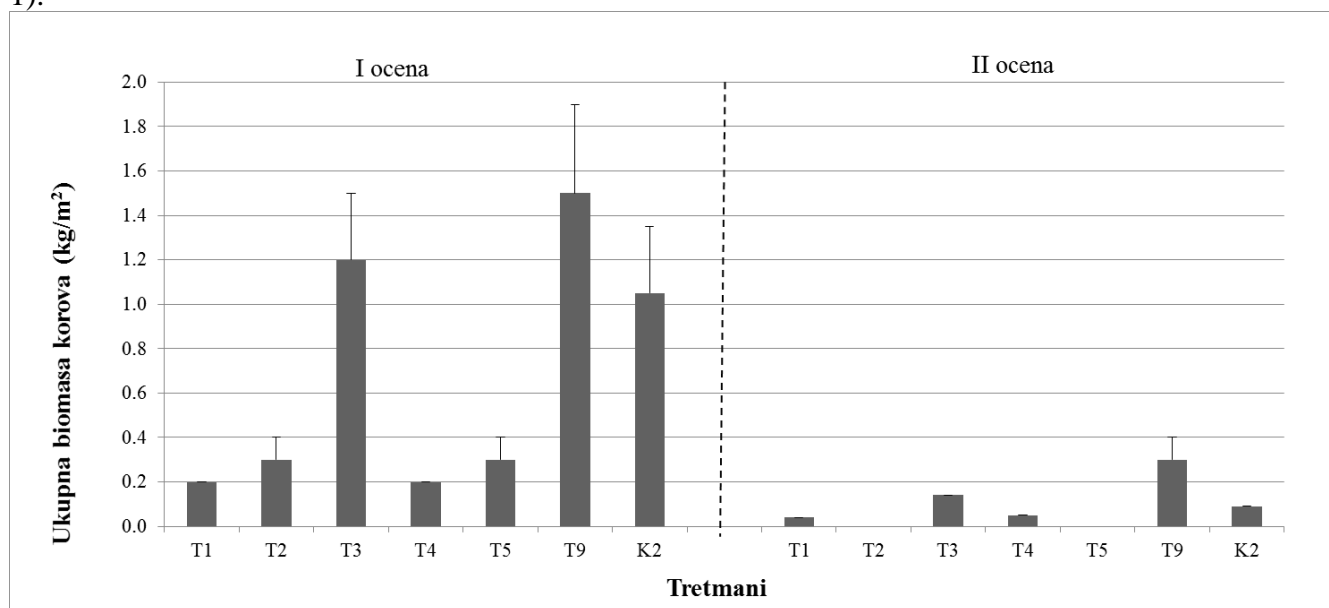
Tabela 7. Pregled korovskih vrsta prisutnih u ogledu tokom preliminarnih istraživanja

Familija	Biljna vrsta	Životni oblik	I ocena					II ocena					
			Sint. malč	Org. malč		K2	K3	Sint. malč	Org. malč		K2	K3	
			1	1	2			1	1	2			
<i>Malvaceae</i>	<i>Abutilon theophrasti</i>	t		*	*								
<i>Asteraceae</i>	<i>Achillea millefolium</i>	h							*				
<i>Poaceae</i>	<i>Agropyrum repens</i>	g	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	t	*	*	*			*	*	*	*	*	*
<i>Asteraceae</i>	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	t		*									
<i>Primulaceae</i>	<i>Anagalis arvensis</i>	t							*				
<i>Asteraceae</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	h		*	*								
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Atriplex patula</i>	t		*	*								
<i>Poaceae</i>	<i>Avena fatua</i>	t	*	*	*	*	*						
<i>Polygonaceae</i>	<i>Bilderdykia convolvulus</i>	t	*	*	*	*	*	*	*	*			*
<i>Poaceae</i>	<i>Bromus arvensis</i>	t	*	*									
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Calystegia sepium</i>	g			*		*						
<i>Brassicaceae</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	th		*	*								
<i>Asteraceae</i>	<i>Chamomilla recutita</i>	t		*	*								
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Chenopodium album</i>	t	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Chenopodium hybridum</i>	t	*	*	*								
<i>Asteraceae</i>	<i>Cichorium intybus</i>	h	*	*									
<i>Asteraceae</i>	<i>Cirsium arvense</i>	g	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Consolida regalis</i>	t	*	*	*	*	*						
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	g	*	*	*		*						*
<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	g						*	*	*			*
<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus carota</i>	th	*	*	*	*	*	*	*	*			*
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium aparine</i>	t	*										
<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus trionum</i>	t	*	*	*			*	*	*			
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Kickxia spuria</i>	t			*								
<i>Asteraceae</i>	<i>Lactuca serriola</i>	t		*	*				*				
<i>Asteraceae</i>	<i>Lactuca viminea</i>	t		*									
<i>Fabaceae</i>	<i>Medicago lupulina</i>	t		*	*				*	*			

Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	h		*									
Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i>	t	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>	t	*	*	*	*	*	*					
Asteraceae	<i>Picris hieracioides</i>	t	*	*	*	*	*		*	*	*		*
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	h								*			
Poaceae	<i>Poa pratensis</i>	h	*										
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>	t	*	*	*		*			*	*		
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	t	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	h								*			
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	h	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Poaceae	<i>Setaria glauca</i>	t	*	*	*						*		
Poaceae	<i>Setaria viridis</i>	t	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Poaceae	<i>Setaria verticillata</i>	t									*		
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	t	*	*	*								
Asteraceae	<i>Sonchus arvensis</i>	g	*	*	*								
Asteraceae	<i>Sonchus asper</i>	th	*	*	*	*	*			*	*		*
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	t	*	*									
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	g	*	*	*		*		*	*	*		*
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	h							*	*			
Apiaceae	<i>Torilis arvensis</i>	t	*										
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	h			*								
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	h		*	*					*	*		
Poaceae	<i>Triticum vulgare</i>	t	*	*	*	*	*						
Plantaginaceae	<i>Veronica hederifolia</i>	t	*										
Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i>	t	*	*	*	*	*						

1 - bez uklanjanja korova; 2 - sa uklanjanjem korova; sint. malč – sintetički malčevi; org. malč – organski malčevi; K3 – kontrola bez uklanjanja korova; t – terofit, h – hemikriptofit, g – geofit, th – tero-hemikriptofit

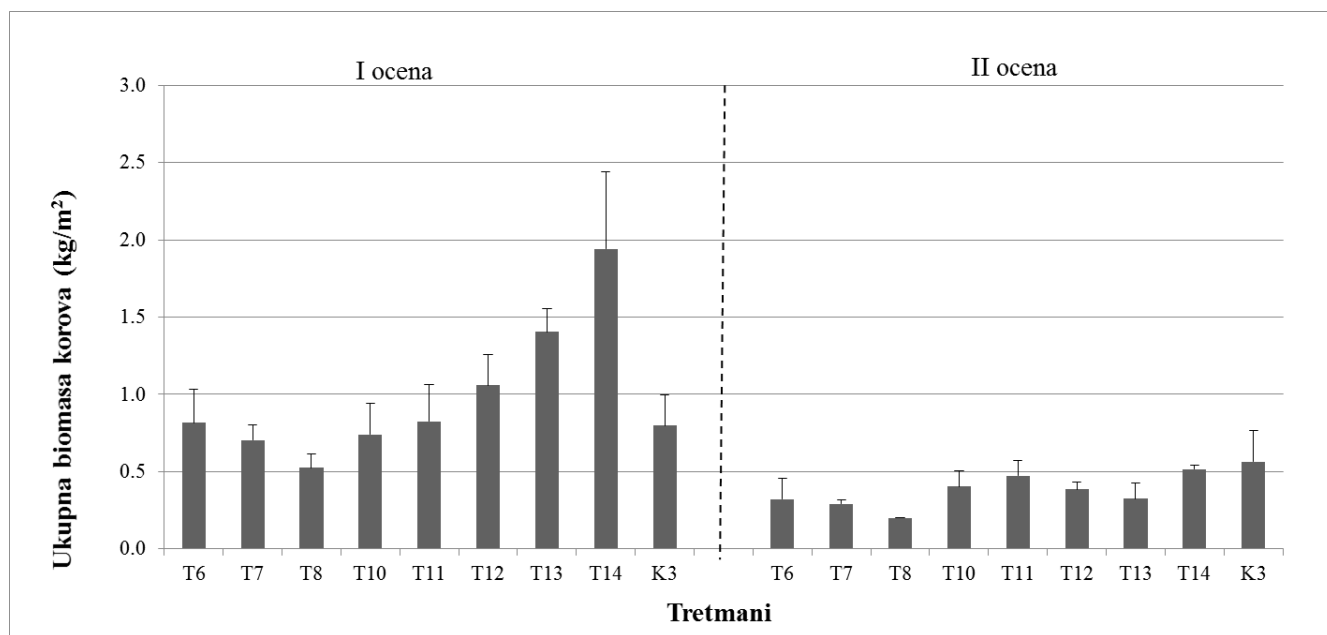
U međurednom prostoru sintetički malčevi (T1-T5) i katron (T9) u potpunosti su sprečili nicanje korova, tj. njihova efikasnost u suzbijanju korova je bila 100%. Međutim, u slučaju primene ovih malčeva zona reda nije u potpunosti zaštićena, usled toga što deo zemljišta koji pokrivaju otvori kroz koje pitoma nana raste nije prekriven malčem i u tim otvorima dolazi do nicanja korova (Grafik 1).



Grafik 1. Ukupna biomasa korova u zoni reda u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva i kartona - podtretman bez uklanjanja korova i u kontoli K2 (I i II ocena)

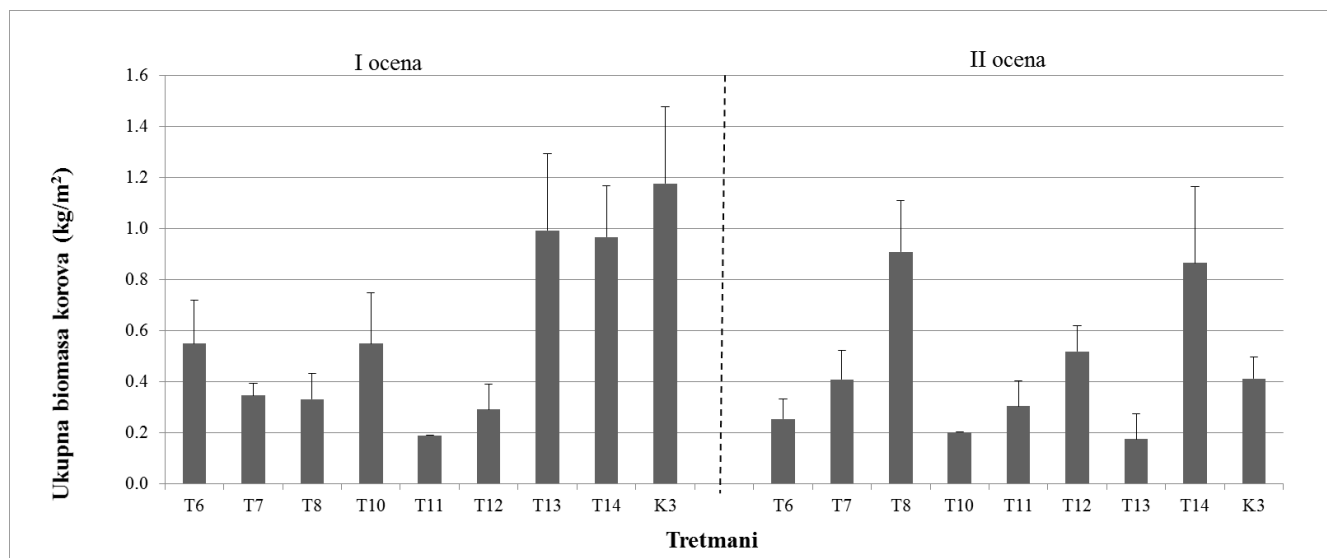
T1 – biorazgradiva crna folija, T2 – perforirana PE crna folija, T3 – PE sivo-crna folija, T4 – PE crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T9 – komadi kartona, K2 – kontrola (okopavanje u međuredu)

Efikasnost organskih malčeva (T6-T14, osim T9) u međurednom prostoru je bila znatno niža u poređenju sa sintetičkim, a neki od njih su čak delovali podsticajno na nicanje korova, pa je UBK u tim tretmanima bila veća nego u K3 (Grafik 2). Slični su bili i efekat ovih malčeva na korove u zoni reda (gde se ovi malčevi mogu primeniti) (Grafik 3).



Grafik 2. Ukupna biomasa korova u međurednom prostoru u tretmanima sa primenom organskih malčeva i u kontroli K3 (I i II ocena)

T6 – slama, T7 – kora bora, T8 – piljevina bagrema, T10 –iglice crnog bora, T11 – kukuruzovina, T12 – kora bagrema, T13 – kompost 1, T14 – kompost 2, K3 – bez uklanjanja korova

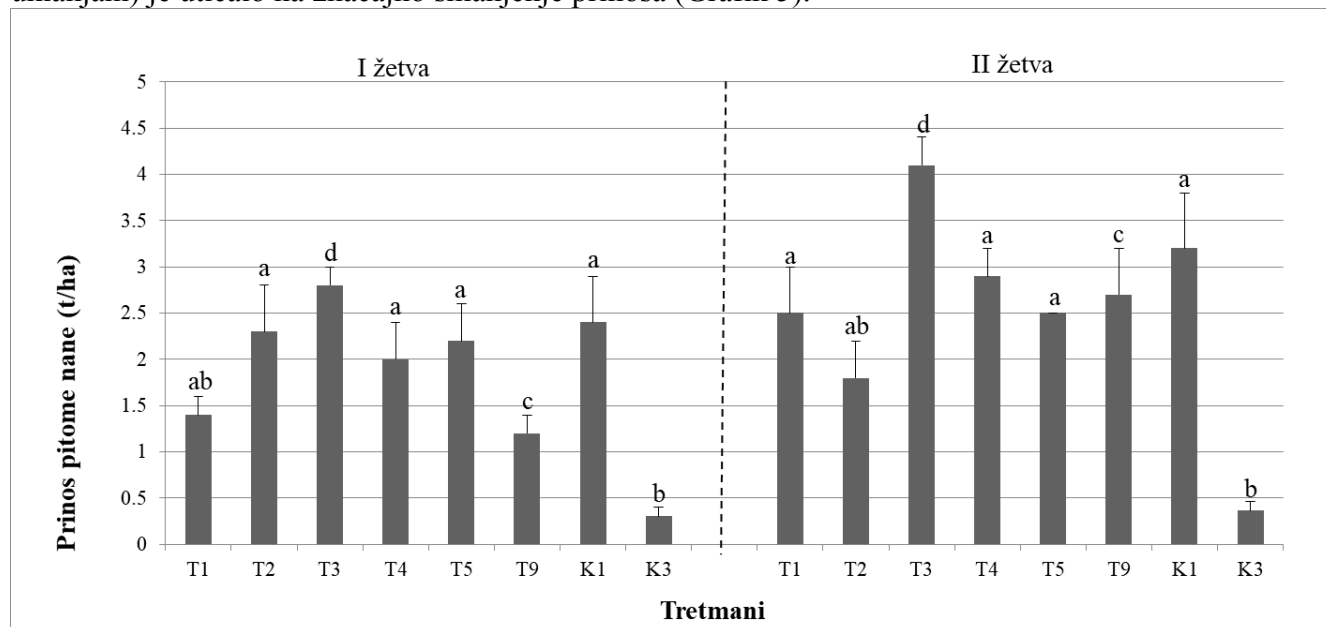


Grafik 3. Ukupna biomasa korova u zoni reda u tretmanima sa primenom organskih malčeva - podtretman *bez uklanjanja korova* i u kontroli K3 (I i II ocena)

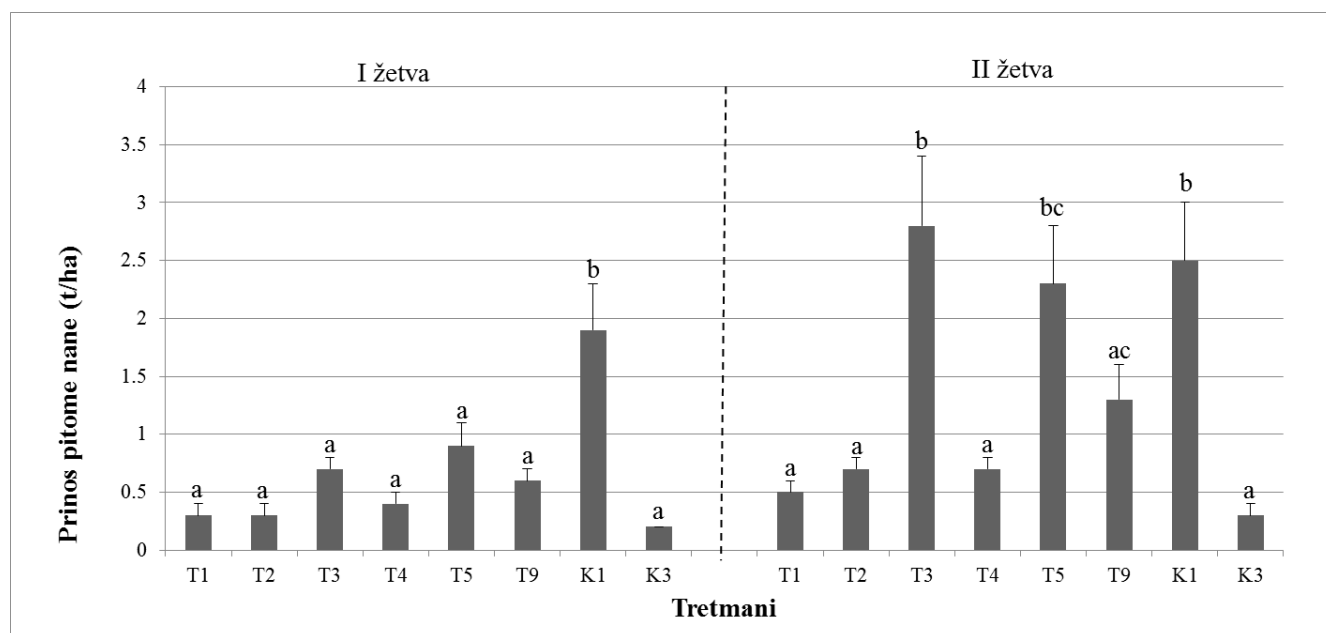
T6 – slama, T7 – kora bora, T8 – piljevina bagrema, T10 –iglice crnog bora, T11 – kukuruzovina, T12 – kora bagrema, T13 – kompost 1, T14 – kompost 2, K3 – bez uklanjanje korova

4. 1. 2. Efekat malčeva na pitomu nanu

Na prinos pitome nane je veoma značajno uticalo vreme žetve i primena malčeva (Tabela 8 u prilogu). Najviši prinosi su ostvareni u tretmanima sa sintetičkim malčevima u slučaju kada su korovi iz zone reda uklonjeni (Grafik 4), pri čemu je u obe žetve prinos u T3 bio veći nego u svim ostalim tretmanima. Nasuprot tome, prisustvo korova u zoni reda (u slučaju kada korovi u zoni reda nisu uklanjani) je uticalo na značajno smanjenje prinosa (Grafik 5).



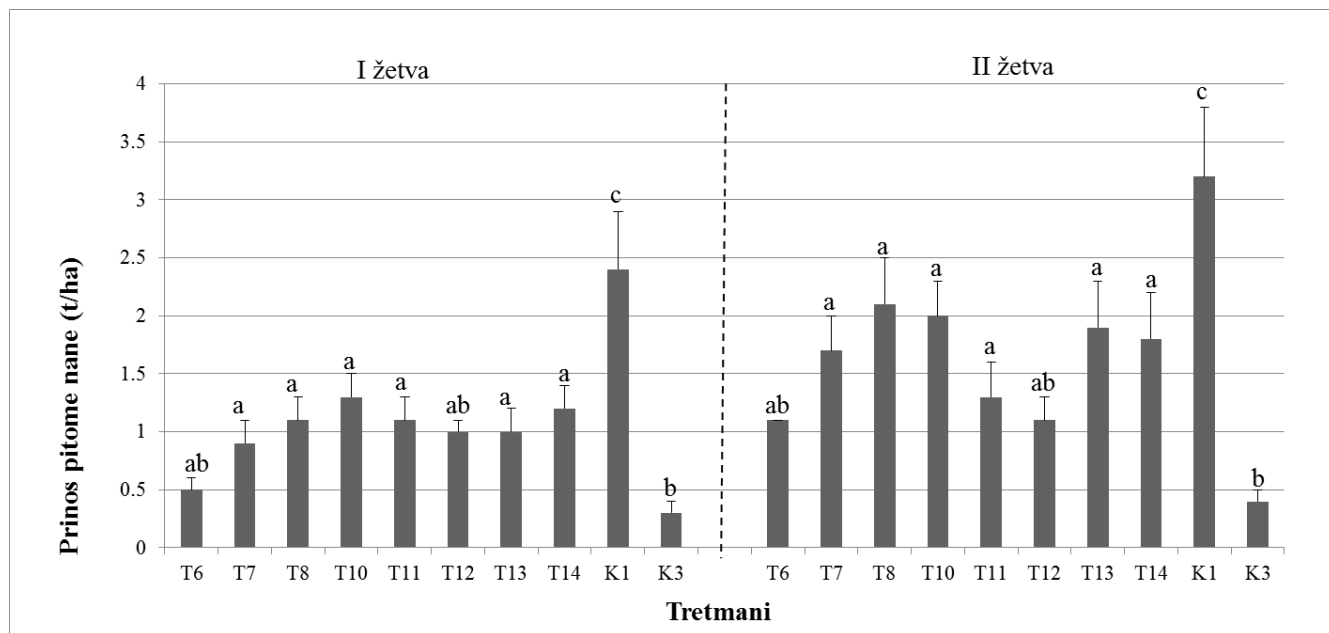
Grafik 4. Prinos pitome nane u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva podtretmani sa uklanjanjem korova u zoni reda (I i II žetva)



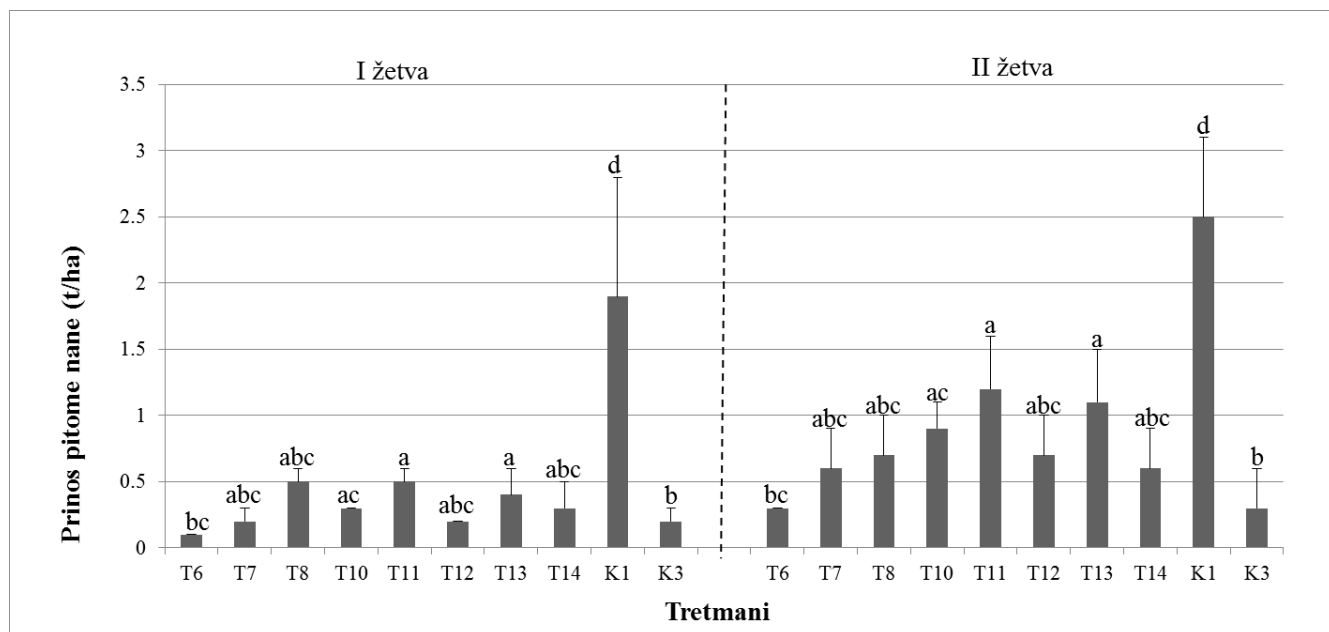
Grafik 5. Prinos pitome nane u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva podtretmani bez uklanjanja korova u zoni reda (I i II žetva)

T1 – biorazgradiva crna folija, T2 – perforirana PE crna folija, T3 – PE sivo-crna folija, T4 – PE crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T9 – komadi kartona, K1 – redovno uklanjanje korova, K3 – bez uklanjanja korova. Mala slova (a - d) se odnose na razlike između tretmana (Duncan test).

Prinosi ostvareni u tretmanima sa primenom organskih malčeva (Grafi 6 i 7), generalno su bili znatno niži nego u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva (Grafik 4 i 5), pri čemu se kao i u slučaju sintetičkih malčeva prisustvo korova u zoni reda negativno odrazilo na prinos (Grafik 7) u poređenju sa varijantama gde su korovi u zoni reda redovno uklanjani (Grafik 6).



Grafik 6. Prinos pitome nane u tretmanima sa primenom organskih malčeva podtretmani sa uklanjanjem korova u zoni reda (I i II žetva)



Grafik 7. Prinos pitome nane u tretmanima sa primenom organskih malčeva podtretmani bez uklanjanja korova u zoni reda (I i II žetva)

T6 – slama, T7 – kora bora, T8 – piljevina bagrema, T10 –iglice crnog bora, T11 – kukuruzovina, T12 – kora bagrema, T13 – kompost 1, T14 – kompost 2, K1 – redovno uklanjanje korova, K3 – bez uklanjanja korova. Mala slova (a - d) se odnose na razlike između tretmana (Dankan test).

Imajući u vidu efekat primenjenih malčeva na suzbijanje korova i na prinos pitome nane, kao i njihovu dostupnost i pogodnost za postavljanje, od 14 malčeva uključenih u preliminarnе oglede za dalja istraživanja odabrana su 2 sintetička (PE sivo crna folija i agrotekstilna crna folija) i 2 organska malča (piljevina bagrema i iglice crnog bora).

4. 2. Efekat malčeva na korove

Na osnovu rezultata preliminarnih istraživanja za nastavak istraživanja u drugoj i trećoj godini izabrana su dva sintetička i dva organska malča na osnovu sledećih kriterijuma: efikasnost u suzbijanju korova, pozitivan uticaj na prinos pitome nane i praktičnost primene malča i njegova dostupnost na tržištu. S obzirom da je postojala razlika između godina za sve analizirane parametre ($p < 0,05$) (Tabela 9 u prilogu), svaka godina je posmatrana ponaosob.

Popis i prisustvo svih korovskih vrsta na eksperimentalnoj parceli, u 2016. i 2017. godini, dati su u tabeli 10. To praktično uključuje korove u tretmanima sa primenom organskih malčeva i u kontroli K3, usled toga što su sintetički malčevi u potpunosti sprečili nicanje korova, dok su korovi u K1 redovno uklanjani. U obe godine broj zastupljenih vrsta je bio veći u I (2016: 15 vrsta; 2017: 19 vrsta) nego u II (13 vrsta u obe godine) oceni. Od ukupno 14 različitih familija kojima ove vrste pripadaju, najveći broj vrsta je iz familije *Asteraceae*, a zatim se po broju vrsta izdvojila familija *Poaceae*. Međutim, ako se uzme u obzir brojnost jedinki po jedinici površine (BR) familija *Poaceae* je bila najzastupljenija (Tabela 11, 12). U obe ocene u obe godine su dominirale vrste koje su po životnom obliku terofite (I ocena 2016.: sedam vrsta; I ocena 2017.: 16 vrsta; II ocena 2016.: sedam vrsta; II ocena 2017.: devet vrsta).

Tabela 10. Korovske vrste prisutne u ogledu tokom 2016. i 2017. godine

Biljna vrsta	Životni oblik	Familija	I ocena						II ocena					
			2016.			2017.			2016.			2017.		
			T8	T10	K3	T8	T10	K3	T8	T10	K3	T8	T10	K3
<i>Agropyrum repens</i>	g	<i>Poaceae</i>	*	*	*	*	*	*						*
<i>Amaranthus blitoides</i>	t	<i>Amaranthaceae</i>					*						*	*
<i>Amaranthus retroflexus</i>	t	<i>Amaranthaceae</i>				*		*						
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	t	<i>Asteraceae</i>							*					
<i>Avena fatua</i>	t	<i>Poaceae</i>	*	*	*									*
<i>Bilderdykia convolvulus</i>	t	<i>Polygonaceae</i>	*	*	*			*			*			*
<i>Bromus tectorum</i>	t	<i>Poaceae</i>						*						
<i>Calendula officinalis</i> †	t	<i>Asteraceae</i>			*				*	*				
<i>Chamomilla recutita</i> †	t	<i>Asteraceae</i>						*						*
<i>Chenopodium album</i>	t	<i>Amaranthaceae</i>			*			*		*				*
<i>Chenopodium hybridum</i>	t	<i>Amaranthaceae</i>			*									
<i>Cichorium intybus</i> †	h	<i>Asteraceae</i>	*						*		*			
<i>Cirsium arvense</i>	g	<i>Asteraceae</i>	*			*	*		*		*	*	*	*
<i>Consolida orientalis</i>	t	<i>Ranunculaceae</i>						*						
<i>Convolvulus arvensis</i>	g	<i>Convolvulaceae</i>					*	*						
<i>Daucus carota</i>	th	<i>Apiaceae</i>		*										
<i>Geranium dissectum</i>	t	<i>Geraniaceae</i>												*
<i>Hypericum perforatum</i> †	h	<i>Hypericaceae</i>						*		*				
<i>Lactuca serriola</i>	t	<i>Asteraceae</i>						*						

<i>Marrubium vulgare</i> †	h	Lamiaceae							*						
<i>Papaver rhoeas</i>	t	Papaveraceae							*						
<i>Picris hieracioides</i>	t	Asteraceae	*	*	*				*	*	*				
<i>Polygonum aviculare</i>	t	Polygonaceae				*	*	*	*	*	*	*			*
<i>Portulaca oleracea</i>	t	Portulacaceae						*							*
<i>Rumex crispus</i>	h	Polygonaceae		*	*						*				
<i>Setaria glauca</i>	t	Poaceae	*	*	*				*	*	*				
<i>Setaria verticillata</i>	t	Poaceae				*	*				*	*	*	*	*
<i>Sonchus oleraceus</i>	t	Asteraceae							*						
<i>Sorghum halepense</i>	g	Poaceae			*		*			*	*	*	*	*	*
<i>Taraxacum officinale</i>	h	Asteraceae											*	*	*
<i>Triticum vulgare</i> †	t	Poaceae							*						
<i>Verbascum phlomoides</i> †	th	Scrophulariaceae			*				*	*	*				
<i>Veronica hederifolia</i>	t	Plantaginaceae							*						

T8 – piljevina bagrema; T10 – iglice crnog bora; K3 – kontrola bez korova; t – terofit, h – hemikriptofit, g – geofit, th – tero-hemikriptofit; †samonikle lekovite i gajene vrste

Sintetički malčevi su u potpunosti suzbili korove, tj. njihova efikasnost je u obe godine istraživanja bila 100%, dok je efekat organskih malčeva na korove bio slabiji (Tabela 11, 12; Grafik 8). Efekat ovih malčeva na korove se razlikovao u zavisnosti od zastupljenosti vrsta, eksperimentalne godine i ocene, pri čemu su BR i BM nekih vrsta redukovane, na neke vrste su ovi malčevi delovali stimulatивно, dok na neke nisu imali uticaja. U I oceni 2016. godine najzastupljenija vrsta je bila *A. fatua* (K3: 116 biljaka m⁻²) (Tabela 11).

Druga po zastupljenosti je bila vrsta *S. glauca* (K3: 15,3 biljaka m⁻²) (Tabela 11), koja je u II oceni bila najdominantnija (K3: 182,6 biljaka m⁻²) (Tabela 12). Kao i u 2016. godini, najbrojnija vrsta u I oceni 2017. godine bila je *A. fatua* (K3: 195,9 biljaka m⁻²), a u većoj brojnosti su bile prisutne i vrste *Chenopodium album* (K3: 17,3 biljke m⁻²) i *Triticum vulgare* (K3: 18,4 biljke m⁻²). U II oceni iste godine kao najbrojnija izdvojila se *Setaria verticillata* (K3: 41,8 biljaka m⁻²), dok je druga po zastupljenosti bila *A. fatua* (24,5 biljaka m⁻²), što je u suprotnosti sa II ocenom 2016. godine u kojoj ova vrsta nije bila prisutna. Ostale vrste prisutne u ogledu su bile zastupljene u manjoj brojnosti (Tabela 11, 12), a pojedine (I ocena 2016: *Cichorium intybus*, *Daucus carota*; II ocena 2016: *Cirsium arvense*; I ocena 2017: *Amaranthus blitoides*, *C. arvense*, *Portulaca oleracea*, *S. halepense*, *S. verticillata*; II ocena 2017: *Agropyrum repens*) su se javile samo u tretmanima sa primenom organskih malčeva, dok je njihovo prisustvo izostalo u kontroli K3.

Kada je u pitanju biomasa korova po jedinici površine (BM), u obe godine, *A. fatua*, kao dominantna vrsta u I oceni dostigla je i najveću BM (I ocena 2016 – T8: 437,3 g m⁻²; T10: 560,8 g m⁻²; K3: 726,2 g m⁻²; I ocena 2017 – T8: 481,3 g m⁻²; T10: 535,9 g m⁻²; K3: 559,7 g m⁻²). Osim toga, u I oceni 2016. godine po BM su se izdvojile i vrste *Picris hieracioides* (T8: 158,0 g m⁻²; K3: 75,5 g m⁻²) i *Verbascum phlomoides* (K3: 54,2 g m⁻²), a 2017. godine vrste *C. album* (K3: 119,8 g m⁻²), *Consolida orientalis* (K3: 84,8 g m⁻²), *Lactuca serriola* (K3: 74 g m⁻²) i *Chamomilla recutita* (K3: 52,9 g m⁻²), iako je njihova BR bila znatno manja od BR *A. fatua* (Tabela 11). U II oceni 2016. godine najveću BM dostigla je vrsta *V. phlomoides* (K3: 126,5 g m⁻²), dok se po BM u II oceni 2017. godine izdvojila vrsta *Polygonum aviculare* (Tabela 12).

U obe godine, ukupna biomasa korova (UBK) je bila veća u I u odnosu na II ocenu (Grafik 8; Tabela 13 u prilogu), s tim što je u obe ocene najveća vrednost ovog parametra zabeležena u K3 (2016: I ocena - 1,0 kg m⁻², II ocena- 0,3 kg m⁻²; 2017: I ocena – 1,0 kg m⁻², II ocena – 0,3 kg m⁻²) u odnosu na koju su se statistički značajno (p < 0,05) razlikovali svi tretmani sa primenom malčeva (Grafik 8). Najbolji efekat u suzbijanju korova, u obe godine i obe ocene, postignut je primenom sintetičkih malčeva (EF= 100%), dok je efekat organskih malčeva bio slabiji.

U I oceni 2016. godine efikasnost T8 i T10 je bila ista (EF = 30%), dok je u II oceni T8 (EF= 66,7%) bio efikasniji u suzbijanju korova od T10 (EF= 33,3%). Efekat organskih malčeva u I oceni 2017. je bio sličan efektu u II oceni 2016. godini, u smislu da je T8 (EF= 40%) bio efikasniji od T10 (EF= 30%), dok je u II oceni efikasnost ovih malčeva (EF= 66,7%) bila ista (Grafik 8).

Table 11. Brojnost (BR) i biomasa (BM) korova u tretmanima sa primenom organskih malčeva i u kontroli K3 (I ocena, 2016. i 2017.)

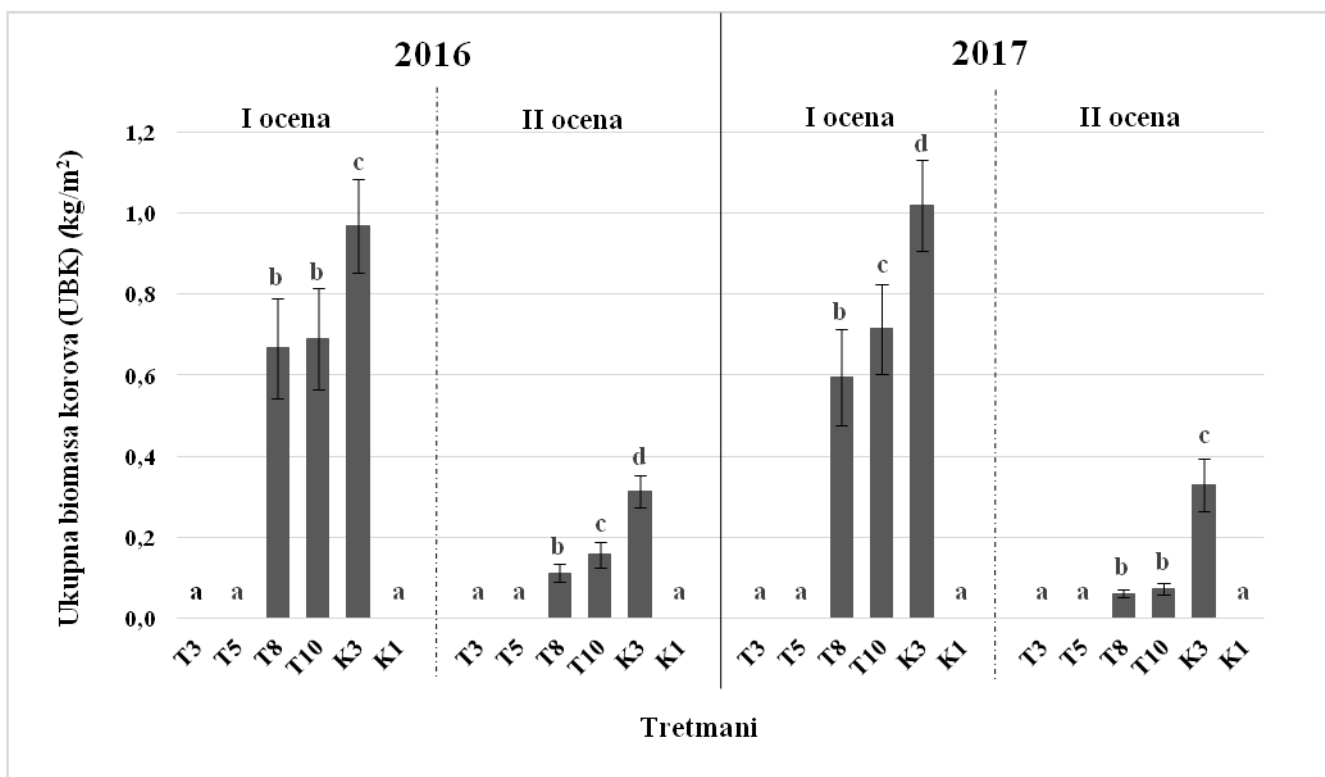
I ocena	2016.						2017.					
	T8		T10		K3		T8		T10		K3	
	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD
<i>A. fatua</i>	106,1±17,0	437,3±87,5	106,1±5,5	560,8±95,3	116,3±10,4	726,2±101,7	95,9±17,4	481,3±105,9	147,9±25,2	535,9±101,8	195,9±39,2	559,7±78,4
<i>A. artemisiifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1±0,8	6,8±1,4
<i>A. blitoides</i>	-	-	-	-	-	-	2,0±0,1	9,6±1,9	4,1±0,6	38,1±7,6	-	-
<i>A. retroflexus</i>	-	-	-	-	-	-	1,0±0,2	20,8±4,8	-	-	1,0±0,0	0,1±0,0
<i>B. convolvulus</i>	4,1±0,6	29,2±5,3	4,1±0,8	37,6±7,5	4,1±0,0	29±4,1	-	-	-	-	1,0±0,2	2,2±0,3
<i>B. tectorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0±0,2	1,5±0,2
<i>C. album</i>	-	-	-	-	1,0±0,0	7,7±0,4	-	-	-	-	17,3±5,2	119,8±28,7
<i>C. arvense</i>	-	-	-	-	-	-	6,1±1,1	34,5±6,7	3,1±0,6	11,2±2,2	-	-
<i>C. arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1±0,4	1,7±0,3	6,1±0,7	18,3±2,0
<i>C. hybridum</i>	-	-	-	-	1,0±0,1	0,1±0,0	-	-	-	-	-	-
<i>C. intybus</i>	3,1±0,0	13,9±2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. officinalis</i>	-	-	-	-	3,1±0,6	37,5±7,5	-	-	-	-	-	-
<i>C. orientalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1±0,6	84,8±13,6
<i>C. recutita</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1±0,6	52,9±10,1
<i>D. carota</i>	-	-	1,0±0,2	41,9±10,9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>H. perforatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0±0,2	0,2±0,0
<i>L. serriola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0±0,1	74,0±16,3
<i>M. vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0±0,2	0,1±0,0
<i>P. aviculare</i>	-	-	-	-	2,0±0,2	6,3±1,2	-	-	2,0±0,0	85,2±25,6	7,1±1,4	33,1±5,6
<i>P. hieracioides</i>	4,1±0,8	158±25,3	-	-	3,1±0,4	75,5±15,1	-	-	-	-	-	-
<i>P. oleracea</i>	-	-	-	-	-	-	5,1±1,2	25,0±4,3	-	-	-	-
<i>P. rhoeas</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0±0,1	11,0±1,1
<i>R. crispus</i>	2,0±0,4	0,7±0,1	1,0±0,1	20,1±3,4	1,0±0,2	8,9±1,8	-	-	-	-	-	-
<i>S. glauca</i>	29,6±5,9	0,5±0,0	35,7±6,1	2,7±0,5	15,3±0,8	1,1±0,1	-	-	-	-	-	-
<i>S. halepense</i>	-	-	-	-	2,0±0,4	2,7±0,5	-	-	4,1±0,8	6,9±1,4	-	-
<i>S. oleraceus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1±0,6	4,1±0,8
<i>S. verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	44,9±8,6	18,0±3,6	53,1±10,1	21,9±2,6	-	-
<i>T. vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,4±3,5	34,8±7,0
<i>V. hederifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1±0,8	7,4±0,9
<i>V. phlomoides</i>	-	-	-	-	6,1±1,2	54,2±13,6	-	-	-	-	-	-

BR – broj jedinki po jedinici površine (broj m⁻²); BM - biomasa po jedinici površine (g m⁻²); SD - standardna devijacija. T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K3 – bez uklanjanja korova.

Table 12. Brojnost (BR) i biomasa (BM) korova u tretmanima sa primenom organskih malčeva i u kontroli K3 (II ocena, 2016. i 2017.)

II ocena	2016.						2017.					
Vrsta	T8		T10		K3		T8		T10		K3	
	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD	BR±SD	BM±SD
<i>A. blitoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0±0,2	31,1±5,3	3,1±0,2	23,6±4,7
<i>A. fatua</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,5±4,9	0,8±0,1
<i>A. repens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9,2±2,8	2,0±0,4	-	-
<i>B. convolvulus</i>	-	-	-	-	2,0±0,4	9,1±1,8	-	-	-	-	1,0±0,2	0,4±0,1
<i>C. album</i>	-	-	-	-	2,0±0,1	49,9±9,9	-	-	-	-	4,1±0,8	46,1±7,8
<i>C. arvense</i>	4,1±0,8	7,0±1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. arvensis</i>	3,1±0,2	0,7±0,1	-	-	1,0±0,1	0,2±0,0	3,1±0,6	1,2±0,2	13,3±1,9	25,6±5,1	5,1±1,0	4,5±0,9
<i>C. intybus</i>	4,1±0,2	5,9±1,1	-	-	3,1±0,6	35,4±6,0	-	-	-	-	-	-
<i>C. officinalis</i>	-	-	4,1±0,6	2,6±0,4	14,3±3,4	30±6,3	-	-	-	-	-	-
<i>C. recutita</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0±0,1	0,1±0,0
<i>G. dissectum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0±0,2	0,1±0,0
<i>H. perforatum</i>	-	-	-	-	2,0±0,0	5,8±0,5	-	-	-	-	-	-
<i>P. aviculare</i>	-	-	2,0±0,4	87,1±13,9	1,0±0,2	0,6±0,0	2,0±0,0	37,1±14,8	-	-	2,0±0,4	220,4±66,1
<i>P. hieracioides</i>	6,1±0,9	65,5±17,0	1,0±0,2	27,8±5,6	1,0±0,1	33,3±3,9	-	-	-	-	-	-
<i>P. oleracea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1±0,0	8,2±0,4
<i>R. crispus</i>	-	-	-	-	2,0±0,2	1,9±0,3	-	-	-	-	-	-
<i>S. glauca</i>	83,7±25,1	9,3±1,7	46,9±8,4	10,3±1,6	182,6±29,3	19,9±3,9	-	-	-	-	-	-
<i>S. halepense</i>	-	-	8,2±1,6	14,9±2,8	2,0±0,1	0,9±0,0	-	-	6,1±0,4	4,9±0,4	7,1±1,4	9,7±1,9
<i>S. verticillata</i>	-	-	-	-	8,2±1,2	0,4±0,1	-	-	7,1±1,3	0,8±0,1	41,8±12,5	2,9±0,5
<i>T. officinale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1±0,6	3,8±0,8	4,1±0,6	12,0±1,8
<i>V. phlomooides</i>	11,2±3,4	21,6±5,2	1,0±0,1	4,6±0,9	8,2±1,5	126,5±25,3	-	-	-	-	-	-

BR – broj jedinki po jedinici površine (broj m⁻²); BM - biomasa po jedinici površine (g m⁻²); SD - standardna devijacija. T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K3 – bez uklanjanja korova



Grafik 8. Ukupna biomasa korova ($\text{kg m}^{-2} \pm \text{SD}$) u I i II oceni (2016 i 2017)

Mala slova (a - d) se odnose na razlike između tretmana u I ili II oceni u različitim godinama (Duncan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K3 – bez uklanjanja korova, K1 – redovno okopavanje i plevljenje

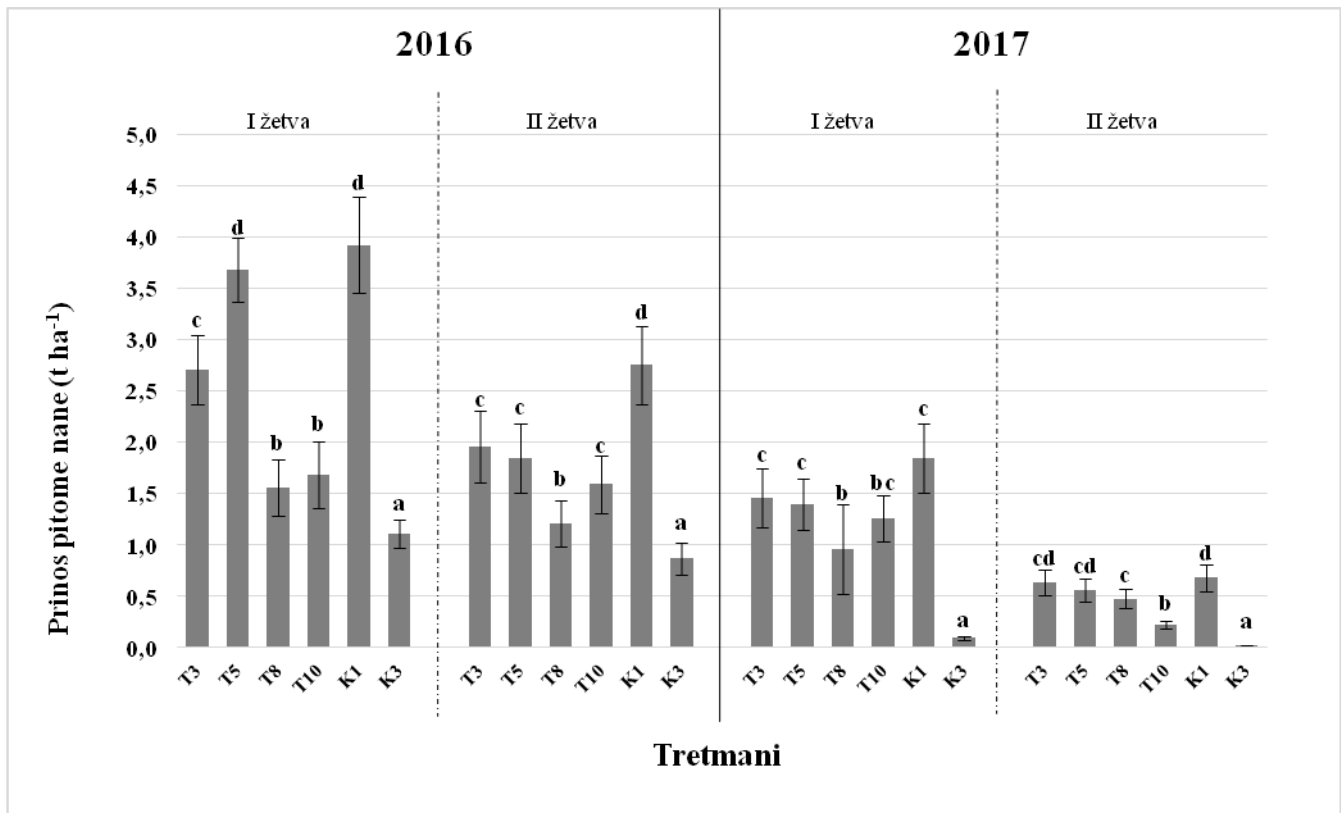
4. 3. Efekat malčeva na pitomu nanu

4. 3. 1. Prinos biljne sirovine

U obe godine, tretmani i vreme žetve, kao i interakcija ova dva faktora, ispoljili su uticaj na prinos pitome nane ($p < 0,05$) (Tabela 14 u prilogu). Generalno, prinos ostvaren u 2016. je bio veći od prinosa u 2017. godini, pri čemu su u obe žetve i obe godine, prinosi ostvareni u tretmanima sa primenom malčeva bili viši od prinosa u K3 (Grafik 9). Prinos u kontroli bez uklanjanja korova (K3) u obe žetve obe godine je bio značajno niži ($p < 0,05$) od prinosa u svim ostalim tretmanima, s tim što je u II žetvi 2017. godine potpuno izostao usled toga što pitoma nana nije uspela da se regeneriše nakon I žetve (Grafik 9).

U I žetvi 2016. godine, prinos biljne sirovine u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva je bio značajno viši ($p < 0,05$) u odnosu na prinos u tretmanima sa primenom organskih malčeva. Tako je prinos u tretmanu T5 ($3,7 \text{ t ha}^{-1}$) koji je najviši u odnosu na sve ostale tretmane sa primenom malčeva bio sličan prinosu u K1 ($3,9 \text{ t ha}^{-1}$), dok je prinos u T3 ($2,7 \text{ t ha}^{-1}$) bio značajno niži od prinosa u K1, ali i od prinosa u T5 (Grafik 9). U I žetvi 2017. godine, prinosi zabeleženi u tretmanima T3 ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$) i T5 ($1,4 \text{ t ha}^{-1}$) su bili međusobno slični ($p > 0,05$), i neznatno niži od prinosa u K1 ($1,8 \text{ t ha}^{-1}$). U obe godine, u I oceni, prinosi u tretmanima sa primenom organskih malčeva (2016: T8 – $1,6 \text{ t ha}^{-1}$, T10 – $1,7 \text{ t ha}^{-1}$; 2017: T8 – $1,0 \text{ t ha}^{-1}$, T10 – $1,3 \text{ t ha}^{-1}$) su bili međusobno slični ali niži u odnosu na prinos u K1, kao i T3 i T5 ($p < 0,05$). Izuzetak u 2017. godini bio je prinos u T10 ($1,3 \text{ t ha}^{-1}$), koji se nije značajno razlikovao od prinosa u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva i u K1 ($p > 0,05$).

U II žetvi, u obe godine, prinosi u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva su bili međusobno slični (2016: T3 – 2,0 t ha⁻¹, T5 - 1,9 t ha⁻¹) ili isti (2017: T3- 0,6 t ha⁻¹; T5- 0,6 t ha⁻¹), pri čemu su u 2016. godini bili značajno niži ($p < 0,05$) od prinosa u K1 (2016: 2,8 t ha⁻¹), dok su u 2017. bili slični ovom prinosu ($p > 0,05$). Primena organskog malča T10 (1,6 t ha⁻¹) u 2016. godini ispoljila je sličan efekat na prinos kao i primena sintetičkih T3 i T5, dok je u 2017. godini u ovom tretmanu ostvaren najniži prinos (0,2 t ha⁻¹) u poređenju sa ostalim tretmanima sa primenom malčeva. Nasuprot tome, prinos u tretmanu T8 (1,2 t ha⁻¹) u 2016. godini je bio najniži, dok je u 2017. godini bio na nivou prinosa u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva ($p > 0,05$). U obe godine prinosi ostvareni u tretmanima sa primenom organskih malčeva bili su značajno niži ($p < 0,05$) nego u kontroli K1 (2016: 2,8 t ha⁻¹; 2017: 0,7 t ha⁻¹) (Grafik 9).



Grafik 9. Prinos apsolutno suve biomase nadzemnog dela pitome nane (t ha⁻¹ ± SD) u I i II žetvi (2016 i 2017)

Mala slova (a - d) se odnose na razlike između tretmana u I ili II žetvi u različitim godinama (Duncan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K3 – bez uklanjanja korova, K1 – redovno okopavanje i plevljenje

Imajući u vidu da je udeo lista sa cvetom (L+C) u prinosu bitan parametar kvaliteta proizvedene biljne droge pitome nane, statistička obrada rezultata koji se odnose na uticaj malčeva na ovaj parametar fokusirana je upravo na prinos L+C (Tabela 15).

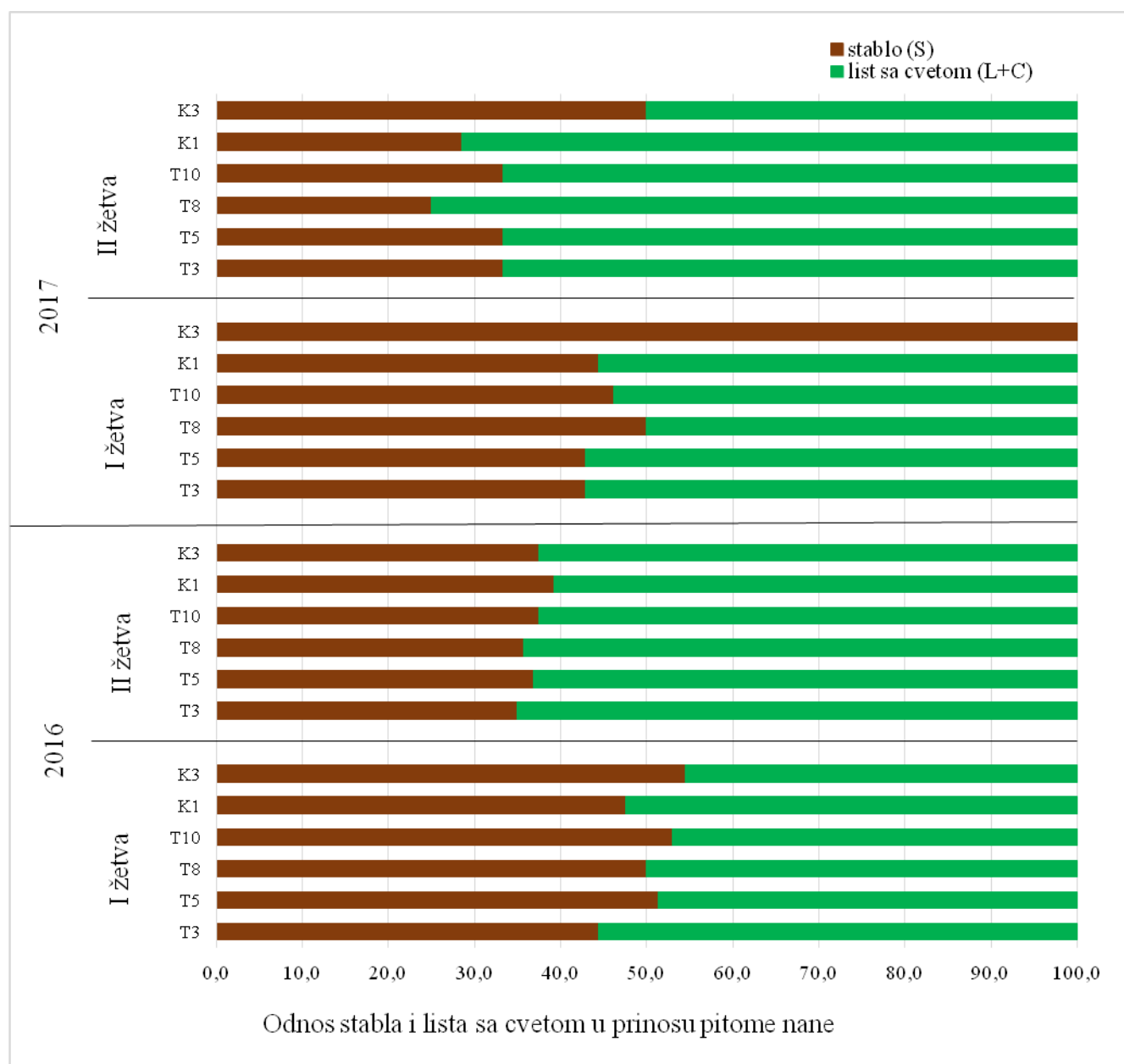
Tabela 15. Apsolutno suva masa stabla (S) i lista sa cvetom (L+C), u I i II žetvi (2016 i 2017)

Tretmani	2016.		2017.		
	S	L+C	S	L+C	
	(t ha ⁻¹ ± SD)		(t ha ⁻¹ ± SD)		
T3	I žetva	1,2 ± 0,2	1,5 ± 0,2 ^b	0,6 ± 0,1	0,8 ± 0,2 ^{ab}
	II žetva	0,7 ± 0,1	1,3 ± 0,2 ^a	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1 ^{ab}
T5	I žetva	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,2 ^{bc}	0,6 ± 0,1	0,8 ± 0,1 ^{ab}
	II žetva	0,7 ± 0,1	1,2 ± 0,2 ^a	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1 ^{ab}
T8	I žetva	0,8 ± 0,2	0,8 ± 0,2 ^a	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1 ^{ac}
	II žetva	0,5 ± 0,1	0,9 ± 0,1 ^b	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1 ^{ac}
T10	I žetva	0,9 ± 0,2	0,8 ± 0,2 ^a	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1 ^c
	II žetva	0,6 ± 0,1	1,0 ± 0,2 ^{ab}	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0 ^c
K1	I žetva	1,9 ± 0,2	2,1 ± 0,3 ^c	0,8 ± 0,2	1,0 ± 0,2 ^b
	II žetva	1,1 ± 0,2	1,7 ± 0,2 ^d	0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,1 ^b
K3	I žetva	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1 ^d	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0 ^d
	II žetva	0,3 ± 0,1	0,5 ± 0,1 ^c	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0 ^d

Mala slova (a - d) se odnose na razlike između tretmana u I ili II žetvi u različitim godinama (Dankan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K3 – bez uklanjanja korova, K1 – redovno okopavanje i pleveljenje

U obe godine, malčevi su ispoljili uticaj na prinos L+C pitome nane (Tabela 16 u prilogu). U 2016. godini, vreme žetve u interakciji sa malčevima je ispoljilo statistički značajan ($p < 0,05$) uticaj na prinos ovog parametra, pri čemu su malčevi na njega pozitivno uticali u obe žetve, dok razlike između I i II žetve nisu bile statistički značajne ($p = 0,33$) (Tabela 16 u prilogu). U 2017. godini, vreme žetve, kao i primena malčeva su uticali na prinos L+C, ali interakcija između vremena žetve i primene malčeva nije (Tabela 16 u prilogu). U obe žetve i obe godine, prinos L+C u tretmanima sa primenom malčeva je bio značajno viši od prinosa u K3 (Tabela 15). U I žetvi je dobijen prinos L+C koji je bio viši od prinosa u II žetvi, ali je odnos S : L+C u ukupnom prinosu u obe godine bio povoljniji u II u odnosu na I žetvu (Tabela 15; Grafik 10).

U I žetvi obe godine, najviši prinos L+C u tretmanima sa primenom malčeva ostvaren je u slučaju primene sintetičkih malčeva (2016: T3 – 1,5 t ha⁻¹, T5 – 1,8 t ha⁻¹; 2017: T3 i T5 u oba 0,8 t ha⁻¹), koji je bio značajno viši nego u tretmanima T8 i T10, kao i u K3. Iako između sintetičkih malčeva nije bilo značajne razlike (Tabela 15), u I žetvi 2016. godine, prinos u T3 je bio značajno ($p < 0,05$) niži od prinosa u K1, dok je u T5 bio na nivou ovog prinosa. Takođe, najbolji odnos S : L+C u I žetvi 2016. godine je zabeležen u sintetičkom T3 i bio je 1 : 1,3, dok je u K1 bio 1 : 1,1 (Grafik 10). U 2017. godini, uticaj sintetičkih malčeva na prinos L+C se međusobno nije razlikovao ali se nije statistički značajno razlikovao ni od K1, dok je odnos S : L+C bio svuda jednak (1 : 1,3) (Grafik 10). Nasuprot tome, u II žetvi u 2016. godini prinos u oba tretmana sa sintetičkim malčevima (T3 – 1,3 t ha⁻¹, T5 – 1,2 t ha⁻¹) je bio značajno niži nego u K1 (1,7 t ha⁻¹) (Tabela 15), dok je najbolji odnos S : L+C zabeležen ponovo u T3 (1 : 1,9), ali i u T5 (1 : 1,7) i K1 (1 : 1,6). U 2017. godini, najviši prinos L+C je zabeležen u tretmanima sa sintetičkim malčevima (T3 i T5: 0,4 t ha⁻¹) i statistički se nisu razlikovali od K1 (0,5 t ha⁻¹). Najpovoljniji odnos S : L+C je zabeležen u K1 (1 : 2,5), ali je bio odličan i u tretmanima sa sintetičkim malčevima (u oba tretmana 1 : 2,0). Odnos zabeležen u sintetičkim malčevima je bio isti kao i u organskom T10, u kome je prinos L+C bio niži i statistički se značajno razlikovao od tretmana sa sintetičkim malčevima i K1 (Grafik 10).



Grafik 10. Odnos (%) stabla (S) i lista sa cvetom (L+C) u prinosu I i II žetve pitome nane (2016 i 2017)

4. 3. 2. Kvalitet biljne sirovine

Klavitet biljne sirovine analiziran je na osnovu sadržaja i kvaliteta etarskog ulja u delu prinosa list sa cvetom.

Sadržaj etarskog ulja. Sadržaj ulja pitome nane je bio veći u 2016. u odnosu na 2017. godinu (Tabela 17), s tim što je 2016. godine veći sadržaj bio zabeležen u II žetvi, a 2017. godine u I žetvi. U obe godine, na sadržaj etarskog ulja uticaj su ispoljili i malčevi i vreme žetve, kao i njihova interakcija ($p < 0,01$) (Tabela 18 u prilogu).

Tabela 17. Sadržaj etarskog ulja (%) u delu prinosa L+C pitome nane (I i II žetva; 2016 i 2017)

Tretmani	2016.		2017.	
	I žetva (%, v/m)	II žetva (%, v/m)	I žetva (%, v/m)	II žetva (%, v/m)
T3	3,25 ± 0,0 ^d	4,25 ± 0,0 ^c	3,88 ± 0,2 ^d	2,63 ± 0,2 ^d
T5	3,13 ± 0,2 ^{cd}	3,81 ± 0,1 ^a	3,44 ± 0,4 ^{bc}	2,44 ± 0,1 ^{cd}
T8	3,00 ± 0,0 ^{bc}	3,94 ± 0,1 ^a	3,13 ± 0,0 ^b	1,94 ± 0,3 ^a
T10	3,13 ± 0,2 ^{cd}	4,13 ± 0,2 ^b	4,13 ± 0,2 ^d	2,31 ± 0,1 ^{bc}
K1	2,88 ± 0,2 ^b	4,25 ± 0,0 ^c	3,50 ± 0,4 ^c	2,63 ± 0,2 ^d
K3	2,50 ± 0,0 ^a	3,81 ± 0,1 ^a	2,58 ± 0,1 ^a	2,06 ± 0,3 ^{ab}

Mala slova (a - d) se odnose na razlike između tretmana, u I ili II žetvi, u različitim godinama (Dankan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K3 – bez uklanjanja korova, K1 – redovno okopavanje i plevljenje

U I žetvi 2016. godine sadržaj etarskog ulja u tretmanima sa primenom malčeva varirao je od 3,0% (T8) do 3,25% (T3), dok je u kontrolama bio 2,88% (K1) i 2,50% (K3), a 2017. godine u tretmanima sa primenom malčeva od 3,13% (T8) do 4,13% (T10), dok je u kontrolama bio 3,50% (K1) i 2,58% (K3). U obe godine, svi malčevi su značajno uticali na porast sadržaja ulja u odnosu na K3, a većina i u odnosu na K1, izuzev T8 u 2016. godini i T5 u 2017. godini (Tabela 17). Najviši sadržaj ulja 2016. godine bio je zabeležen u T3 (3,25%), a 2017. u T10 (4,13%), dok je od svih tretmana sa primenom malčeva u obe godine sadržaj ulja bio najniži u T8 (2016: 3,00%; 2017: 3,13%). Ipak, iako niži u odnosu na ostale tretmane sa primenom malčeva, sadržaj u T8 je u obe godine bio viši od sadržaja u kontrolama, izuzev od K1 (3,50%) u 2017. godini (Tabela 17).

U II žetvi 2016. godine, sadržaj ulja u tretmanima sa primenom malčeva je varirao od 3,81% (T5) do 4,25% (T3), dok je u kontrolama bio 4,25% (K1) i 3,81% (K3). U istoj oceni 2017. godine bio je niži nego 2016. i varirao od 1,94% (T8) do 2,63% (T3), dok je u kontrolama bio 2,63% (K1) i 2,06% (K3). U obe godine, sadržaj ulja zabeležen u tretmanima T3 i K1 je bio isti (2016: 4,25%; 2017: 2,63%) i statistički značajno viši od K3, ali i od svih drugih tretmana sa primenom malčeva, izuzev u T5 (2,44%) u 2017. godini (Tabela 17). Najniži sadržaj ulja u 2016. godini zabeležen je u tretmanima K3 i T5, koji su sadržali istu količinu ulja (3,81%), a u 2017. godini u T8 (1,94%) koji je bio na sličnom nivou kao K3 (2,06%).

Kvalitet etarskog ulja. Kompletna hemijska karakterizacija etarskog ulja dobijenog iz dela prinosa L+C pitome nane, iz svih tretmana u dvogodišnjim istraživanjima, prikazana je u Tabelama 19 – 22 u prilogu. Analizom dobijenih rezultata izdvojeno je sledećih osam najzastupljenijih komponenti etarskog ulja: mentol, menton, mentofuran, 1,8-cineol, pulegon, mentil acetat, β-kariofilen i limonen. Ukupni sadržaj pomenutih komponenti u I žetvi obe godine je varirao od 80,1% (K3) do 83,4% (T3) u odnosu na sve prisutne komponente, a u drugoj od 82,8% (T3) do 87,1% (T10) (Tabele 23 – 26). U obe godine, malčevi i vreme žetve, kao i njihova interakcija su ispoljili uticaj na ukupan sadržaj ovih komponenti ($p < 0,01$) (Tabela 27 u prilogu). Osim toga, za pojedine komponente (2016 - I žetva: mentofuran i limonen; 2017 - I žetva: mentol, menton, mentofuran, 1,8-cineol, pulegon, β-kariofilen i limonen; 2016 - II žetva: mentol, menton, 1,8-cineol, pulegon i mentil acetat; 2017 - II žetva: mentil acetat, menton i 1,8-cineol) je uočeno da se njihov sadržaj statistički značajno razlikuje između kontrola K1 i K3, što ukazuje na efekat zakorovljenosti na kvalitet etarskog ulja. U zavisnosti od analizirane komponente, eksperimentalne godine i žetve uticaj malčeva na sadržaj ovih komponenti u

poređenju sa K3 je bio različit. Naime, neki malčevi su doveli do povećanja sadržaja pojedinih komponenti, neki do smanjenja, dok neki nisu imali uticaja.

U I žetvi najzastupljenija komponenta u obe godine je bio mentol, izuzev u tretmanu T5 (2017. godine), u kome je najzastupljeniji bio menton, koji je u svim ostalim tretmanima bio na drugom mestu po zastupljenosti. U 2016. godini osim navedenih, opadajućim redom su bile zastupljene sledeće komponente: mentofuran, pulegon, 1,8-cineol, mentil acetat, β -kariofilen i limonen (Tabela 23), dok je u 2017. njihov redosled bio nešto drugačiji (Tabela 24). Sadržaj mentola (najzastupljenije komponente), u 2016. godini, u tretmanima sa primenom malčeva varirao je od 32,7% (T5) do 34,3% (T10), a u kontrolama je bio 37,1% (K3) i 35,3% (K1) (Tabela 23), dok je u 2017. godini u tretmanima sa primenom malčeva varirao od 28,3% (T5) do 32,5% (T8), a u kontrolama bio 41,3% (K3) i 32,6% (K1) (Tabela 24). Malčevi nisu ispoljili značajan uticaj na sadržaj mentola u etarskom ulju 2016. godine, dok je u 2017. u svim tretmanima dobijen značajno ($p < 0,05$) niži sadržaj ove komponente u odnosu na K3. Takođe, malčevi su uticali na sadržaj mentona (druge najzastupljenije komponente u ulju), na način da je sadržaj u tretmanima sa primenom malčeva bio viši u odnosu na K3. U obe godine, najviši sadržaj mentona postignut je primenom sintetičkih malčeva (2016. u T3: 21,6%; 2017. u T5: 30,3%), dok je najniži bio u tretmanu sa organskim malčem T8 (2016: 18,7%; 2017: 24,3%). Iako je sadržaj mentona bio najviši u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva, 2016. godine statistički značajno ($p < 0,05$) veći je bio samo u odnosu na K3. U 2017. godini njegov sadržaj u T3 je bio značajno niži od sadržaja u T5, koji je bio veći u odnosu na sadržaj u T8 i kontrolama (K1 i K3). Uticaj malčeva na sadržaj ostalih komponenti u etarskom ulju je bio veoma raznolik, zavisno od godine i primenjenog malča. Tako su neki malčevi doveli do statistički značajnog ($p < 0,05$) povećanja nekih komponenti uključujući mentofuran (2016: T3 i T5; 2017: T3, T5, T8, T10), plugeon (2017: T3, T5, T8, T10), 1,8-cineol (2017: T3 i T10) i limonen (2017: T3, T5, T10), dok su neki doveli do značajnog ($p < 0,05$) smanjenja pojedinih komponenti i to 1,8-cineola (2016: T5), mentil acetata (2016: T10), β -kariofilena (2017: T3) i limonena (2016: T5 i T8) u odnosu na kontrolu K3. U ostalim slučajevima (kombinacijama godina i malčeva) malčevi nisu ispoljili značajan uticaj na sadržaj ovih komponenti.

Tabela 23. Uporedni pregled sadržaja glavnih komponenti (prosek \pm SD; %) etarskog ulja pitome nane u I žetvi 2016. godine

Komponente	Sintetički malčevi		Organski malčevi		Kontrole	
	T3	T5	T8	T10	K1	K3
Mentol	33,1 \pm 1,6 ^a	32,7 \pm 1,5 ^a	33,8 \pm 1,7 ^a	34,3 \pm 2,5 ^a	35,3 \pm 0,9 ^a	37,1 \pm 3,6 ^a
Menton	21,6 \pm 1,6 ^a	21,2 \pm 1,8 ^a	18,7 \pm 0,4 ^{ab}	19,4 \pm 1,5 ^{ab}	19,2 \pm 1,5 ^{ab}	17,2 \pm 2,1 ^b
Mentofuran	8,5 \pm 0,3 ^{cd}	8,6 \pm 0,0 ^d	8,1 \pm 0,1 ^{ab}	8,2 \pm 0,0 ^{abc}	8,4 \pm 0,3 ^{bcd}	7,9 \pm 0,1 ^a
Pulegon	6,6 \pm 0,5 ^a	6,6 \pm 0,0 ^a	6,5 \pm 1,3 ^a	7,2 \pm 0,2 ^a	6,0 \pm 0,0 ^a	6,1 \pm 0,3 ^a
1,8-Cineol	5,1 \pm 0,1 ^a	4,6 \pm 0,5 ^b	5,0 \pm 0,2 ^{ab}	5,5 \pm 0,2 ^a	5,3 \pm 0,2 ^a	5,3 \pm 0,4 ^a
Mentil acetat	3,8 \pm 0,0 ^{ab}	4,6 \pm 0,1 ^d	3,9 \pm 0,3 ^{abc}	3,7 \pm 0,0 ^a	4,3 \pm 0,4 ^{cd}	4,2 \pm 0,3 ^{bcd}
β-Kariofilen	2,6 \pm 0,1 ^a	2,7 \pm 0,5 ^a	3,0 \pm 0,2 ^a	2,3 \pm 0,5 ^a	2,5 \pm 0,1 ^a	2,3 \pm 0,4 ^a
Limonen	1,6 \pm 0,0 ^{cd}	1,3 \pm 0,0 ^a	1,5 \pm 0,1 ^{bc}	1,5 \pm 0,0 ^b	1,3 \pm 0,0 ^a	1,7 \pm 0,1 ^d
Suma	82,8 \pm 0,6	82,1 \pm 1,3	80,6 \pm 0,5	82,0 \pm 1,2	82,2 \pm 0,6	81,6 \pm 1,3

Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana u okviru jedne komponente ($p < 0,05$)

T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i plevljenje, K3 – bez uklanjanja korova

Tabela 24. Usporedni pregled sadržaja glavnih komponenti (prosek ± SD; %) etarskog ulja pitome nane u I žetvi 2017. godine

Komponente	Sintetički malčevi		Organski malčevi		Kontrole	
	T3	T5	T8	T10	K1	K3
Mentol	32,4 ± 1,9 ^a	28,3 ± 0,9 ^b	32,5 ± 2,2 ^a	28,8 ± 1,0 ^b	32,6 ± 2,7 ^a	41,3 ± 0,6 ^c
Menton	26,3 ± 1,2 ^{ab}	30,3 ± 0,8 ^c	24,3 ± 2,7 ^a	28,7 ± 0,3 ^{bc}	23,4 ± 3,1 ^a	16,9 ± 1,1 ^d
Mentofuran	9,5 ± 0,0 ^a	9,4 ± 0,1 ^{ac}	9,0 ± 0,0 ^b	9,5 ± 0,0 ^a	9,2 ± 0,3 ^{bc}	7,9 ± 0,0 ^d
1,8-Cineol	5,2 ± 0,1 ^d	4,3 ± 0,5 ^{ab}	4,2 ± 0,2 ^{ab}	5,0 ± 0,1 ^{cd}	5,0 ± 0,0 ^{bc}	3,8 ± 0,3 ^a
Mentil acetat	3,4 ± 0,3 ^a	3,2 ± 0,9 ^a	3,3 ± 0,8 ^a	3,4 ± 0,1 ^a	4,5 ± 0,2 ^b	4,1 ± 0,4 ^{ab}
Pulegon	2,2 ± 0,1 ^a	2,4 ± 0,6 ^a	2,4 ± 0,3 ^a	2,6 ± 0,4 ^a	3,2 ± 0,4 ^c	1,2 ± 0,3 ^b
β-Kariofilen	2,5 ± 0,3 ^a	2,9 ± 0,1 ^{ab}	3,5 ± 0,3 ^c	2,9 ± 0,3 ^{ab}	2,6 ± 0,2 ^a	3,3 ± 0,3 ^{bc}
Limonen	2,1 ± 0,2 ^c	2,4 ± 0,1 ^d	1,9 ± 0,1 ^{ab}	1,9 ± 0,0 ^{ab}	2,3 ± 0,1 ^d	1,7 ± 0,1 ^a
Suma	83,4 ± 0,8	83,1 ± 0,2	81,0 ± 1,2	82,7 ± 0,3	82,7 ± 1,0	80,1 ± 0,8

Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana u okviru jedne komponente ($p < 0,05$)

T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i pleveljenje, K3 – bez uklanjanja korova

U II žetvi 2016. godine u svim tretmanima najzastupljenije komponente su bile (opadajućim redom) menton, mentol i mentofuran, praćene komponentama mentil acetat, 1,8-cineol, pulegon, β-kariofilen i limonen, čija zastupljenost se razlikovala u zavisnosti od tretmana, dok je u 2017. godini redosled bio nešto drugačiji. Najzastupljenija komponenta je bila mentol, zatim mentil acetat, u nekim tretmanima menton, a u nekim mentofuran, dok se zastupljenost komponenti 1,8-cineol, limonen, β-kariofilen i pulegon smanjivala redom kako je navedeno. U II žetvi 2016. godine, sadržaj mentona, u tretmanima sa primenom malčeva varirao je od 32,6% (T3) do 36,1% (T10), a u kontrolama je bio 35,0% (K3) i 31,8% (K1) (Tabela 25). Najviši sadržaj ove komponente, dobijen u T10, bio je značajno ($p < 0,05$) viši od sadržaja u svim drugim tretmanima. Sadržaj mentola (druge komponente po zastupljenosti), u tretmanima sa primenom malčeva se kretao od 26,9% (T10) do 29,5% (T8), a u kontrolama je bio 29,7% (K1) i 28,8% (K3), pri čemu je u tretmanima sa primenom malčeva najviši sadržaj dobijen u T8, a najniži u T10. Uticaj malčeva na sadržaj ostalih zastupljenih komponenti ulja je bio takav da je pod uticajem nekih malčeva sadržaj pojedinih komponenti (mentil acetat u T3 i T5; 1,8-cineol u T3 i T10; pulegon i limonen u T3 i T8) bio značajno ($p < 0,05$) povećan u odnosu na K3, dok ostali malčevi nisu imali uticaja na sadržaj ovih komponenti. Osim toga, ni jedan od primenjenih malčeva nije ispoljio značajan uticaj na sadržaj mentofurana i β-kariofilen.

Tabela 25. Uporedni pregled sadržaja glavnih komponenti (prosek ± SD; %) etarskog ulja pitome nane u II žetvi 2016. godine

Komponente	Sintetički malčevi		Organski malčevi		Kontrole	
	T3	T5	T8	T10	K1	K3
Menton	32,6 ± 0,5 ^a	34,1 ± 1,0 ^{bc}	33,8 ± 0,0 ^b	36,1 ± 0,3 ^d	31,8 ± 0,4 ^a	35,0 ± 0,6 ^c
Mentol	28,8 ± 0,3 ^a	29,3 ± 0,5 ^{ab}	29,5 ± 0,3 ^{ab}	26,9 ± 0,4 ^c	29,7 ± 0,2 ^b	28,8 ± 0,6 ^a
Mentofuran	9,5 ± 0,1 ^a	9,7 ± 0,2 ^a	9,6 ± 0,0 ^a	9,4 ± 0,0 ^a	9,3 ± 0,1 ^a	9,5 ± 0,1 ^a
Mentil acetat	5,4 ± 0,3 ^d	4,7 ± 0,6 ^{bc}	4,1 ± 0,3 ^{ab}	3,7 ± 0,3 ^a	5,3 ± 0,4 ^{cd}	3,9 ± 0,1 ^a
1,8-Cineol	4,4 ± 0,1 ^b	3,7 ± 0,4 ^a	4,0 ± 0,2 ^a	4,4 ± 0,1 ^b	4,4 ± 0,1 ^b	3,9 ± 0,0 ^a
Pulegon	1,3 ± 0,2 ^c	0,8 ± 0,4 ^{ab}	0,9 ± 0,1 ^b	0,5 ± 0,2 ^a	0,9 ± 0,1 ^b	0,5 ± 0,1 ^a
β-Kariofilen	1,6 ± 0,0 ^a	1,7 ± 0,1 ^a	1,8 ± 0,3 ^a	1,8 ± 0,1 ^a	1,8 ± 0,0 ^a	2,0 ± 0,1 ^a
Limonen	1,1 ± 0,0 ^b	0,9 ± 0,1 ^a	1,1 ± 0,0 ^b	0,9 ± 0,0 ^a	0,9 ± 0,0 ^a	0,9 ± 0,0 ^a
Suma	82,8 ± 0,6	84,8 ± 0,3	84,5 ± 0,7	83,7 ± 0,1	84,0 ± 0,3	84,4 ± 0,1

Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana u okviru jedne komponente ($p < 0,05$)

U II žetvi 2017. godine sadržaj mentola (najzastupljenije komponente), u tretmanima sa primenom malčeva varirao je od 39,7% (T10) do 43,7% (T8), a u kontrolama je bio 40,9% (K3) i 40,1% (K1) (Tabela 26). Statistički značajno ($p < 0,05$) povećanje sadržaja ove komponente u odnosu na K3, ali i ostale tretmane, zabeleženo je u T8 i T3 (Tabela 26). Na sadržaj sledeće najzastupljenije komponente (mentil acetat) nije uticao ni jedan od primenjenih malčeva. Na komponentu koja je posle mentil acetata bila najzastupljenija (menton), malčevi su uticali tako što je u svim tretmanima sa njihovom primenom izuzev u T10 u kome je sadržaj ove komponente bio najviši (13,5%) došlo do statistički značajnog ($p < 0,05$) smanjenja njenog sadržaja. Takođe, u T10 je zabeležen i najviši sadržaj mentofurana (12,6%), pulegona (0,5%) i limonena (2,4%), pri čemu je ovaj malč doveo do značajnog povećanja svih navedenih komponenti u odnosu na K3. Nasuprot tome, pod uticajem malča primenjenog u T3 sadržaj mentofurana i limonena je bio značajno smanjen u odnosu na K3. Efekat malčeva na preostale dve komponente (1,8-cineola i β-kariofilena) je bio takav da su svi primenjeni malčevi doveli do statistički značajnog povećanja 1,8-cineola u odnosu na K3, dok je do povećanja sadržaja β-kariofilena u odnosu na ovu kontrolu doveo samo malč pruiimenjen u T8.

Tabela 26. Uporedni pregled sadržaja komponenti (prosek ± SD; %) etarskog ulja pitome nane u II žetvi 2017. godine

Komponente	Sintetički malčevi		Organski malčevi		Kontrole	
	T3	T5	T8	T10	K1	K3
Mentol	43,4 ± 0,8 ^b	40,7 ± 0,4 ^a	43,7 ± 0,9 ^b	39,7 ± 1,5 ^a	40,1 ± 0,3 ^a	40,9 ± 1,2 ^a
Mentil acetat	13,3 ± 0,6 ^a	14,2 ± 0,3 ^a	13,1 ± 2,3 ^a	13,9 ± 1,3 ^a	18,6 ± 1,2 ^b	15,1 ± 2,0 ^a
Menton	11,1 ± 0,5 ^{ab}	12,2 ± 1,0 ^{bc}	10,2 ± 1,6 ^a	13,5 ± 0,0 ^{cd}	8,3 ± 0,4 ^f	14,0 ± 1,0 ^d
Mentofuran	9,5 ± 0,1 ^b	11,2 ± 0,9 ^a	10,6 ± 0,0 ^a	12,6 ± 1,0 ^c	10,4 ± 0,0 ^{ab}	10,9 ± 0,0 ^a
1,8-Cineol	4,4 ± 0,1 ^b	3,9 ± 0,1 ^b	3,2 ± 0,1 ^a	3,2 ± 0,3 ^a	3,8 ± 0,1 ^{ab}	2,5 ± 0,8 ^c
Pulegon	0,1 ± 0,0 ^a	0,3 ± 0,0 ^b	0,2 ± 0,1 ^{ab}	0,5 ± 0,2 ^c	0,3 ± 0,1 ^{ab}	0,2 ± 0,1 ^{ab}
Limonen	1,9 ± 0,1 ^b	2,1 ± 0,0 ^a	2,2 ± 0,0 ^a	2,4 ± 0,1 ^c	2,2 ± 0,0 ^a	2,2 ± 0,1 ^a
β-Kariofilen	1,6 ± 0,2 ^a	1,4 ± 0,3 ^a	2,1 ± 0,0 ^b	1,4 ± 0,1 ^a	1,6 ± 0,1 ^a	1,6 ± 0,1 ^a
Suma	85,1 ± 0,4	86,0 ± 0,9	85,1 ± 0,3	87,1 ± 0,6	85,1 ± 0,5	87,1 ± 0,8

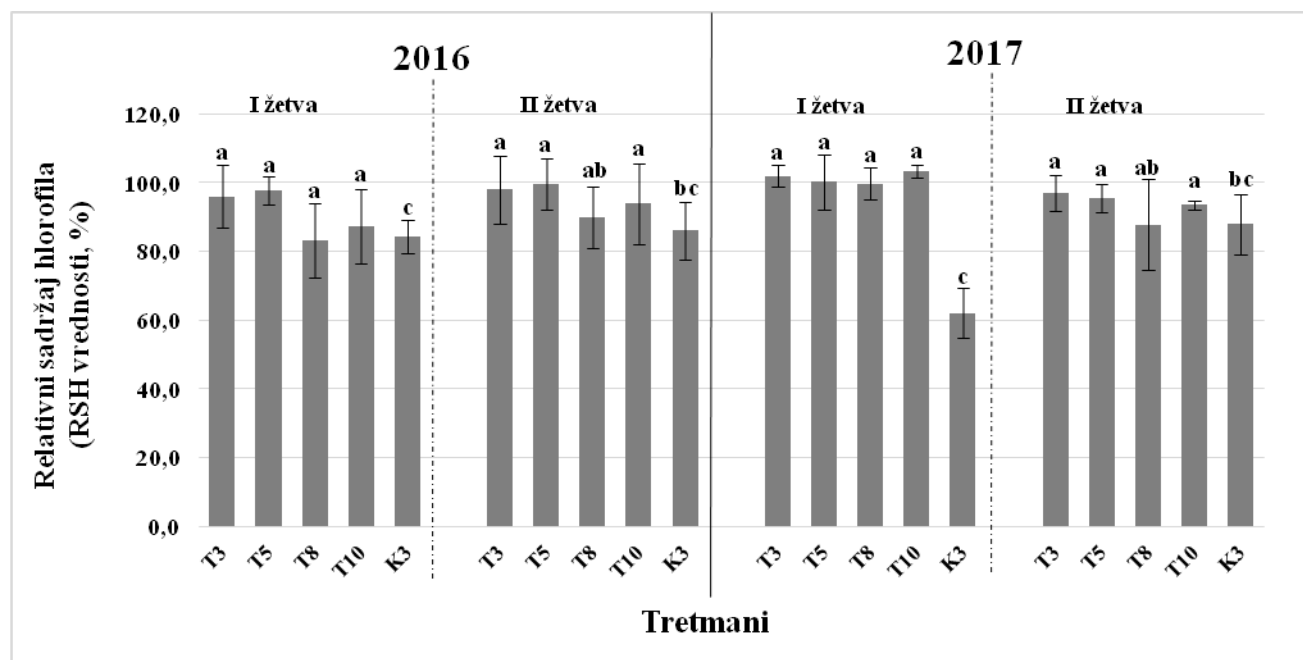
Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana u okviru jedne komponente ($p < 0,05$)

4. 3. 3. Relativni sadržaj hlorofila u listu

Relativni sadržaj hlorofila (RSH, %), kao i njegova redukcija (RRSH, %), su analizirani kao dopunski pokazatelj kvaliteta pitome nane, koji je rezultat posrednog uticaja malčeva na pitomu nanu putem uticaja na zakorovljenost od koje zavisi dostupnost sunčeve svetlosti uzgajanim biljkama pitome nane (Grafik 11). Najpogodniji uslovi osvetljenosti (bez zasenjivanja) za gajenje pitome nane su bili u K1, u kojoj su korovi redovno ukanjani, pa je stoga RSH izračunata u odnosu na dobijene vrednosti u ovom tretmanu. U obe godine malčevi su ispoljili veoma značajan ($p < 0,01$) uticaj na RSH, dok njihova interakcija sa vremenom ocene nije ($p > 0,05$). Vreme ocene je u 2016. godini ispoljilo značajan ($0,01 < p < 0,05$) uticaj na ovaj parametar, dok u 2017. godini tog uticaja nije bilo ($p > 0,05$) (Tabela 28 u prilogu).

Najmanja RRRSH u I žetvi u 2016. godini, zabeležena je u T5 (2016: 2,3%). U I žetvi 2017. godini tretmani sintetičkim malčevima i organskim T10 ispoljili su stimulatívni efekat, pa su vrednosti RSH (T3 - 101,9%, T5 - 100,3% i T10 - 103,3%) (Grafik 11) bile veće od K1 (100%). U I žetvi obe godine, najveća RRRSH je zabeležena u K3 i u odnosu na nju su se vrednosti RSH dobijene u malč tretmanima značajno ($p < 0,05$) razlikovale (Grafik 11). U odnosu na K3, svi korišćeni malčevi su imali stimulatívni efekat na sadržaj hlorofila u listu pitome nane, dok se vrednosti dobijene primenom malč tretmana međusobno nisu razlikovale ($p > 0,05$). U II žetvi, obe godine sintetički malčevi i T10 su ispoljili stimulatívni efekat na RSH u odnosu na K3, gde su zabeležene i statistički značajne razlike ($<0,05$) u dobijenim vrednostima RSH, dok su u odnosu na K1 pokazali redukciju (2016: T3 – 2,1%, T5 – 0,5% i T10 – 6,1%; 2017: T3 – 3,0%, T5 – 4,5% i T10 – 6,5%). Vrednosti RSH dobijene u organskom T8 se nisu razlikovale ni od tretmana sa malčevima ali ni od K3, s tim što su vrednosti RSH u II žetvi 2017. bile niže i od K3 (T8 – 87,7% i K3 – 87,9%).

Najveća RRRSH u obe godine i obe žetve, i u isto vreme nepogodni uslovi za gajenje pitome nane u pogledu osvetljenja, ostvareni su u K3, dok je najmanja redukcija zabeležena pri korišćenju sintetičkih malčeva i organskog T10, što nam ukazuje da je korišćenje ovih malčeva obezbedilo najpovoljnije uslove prirodnog osvetljenja za gajenje pitome nane.

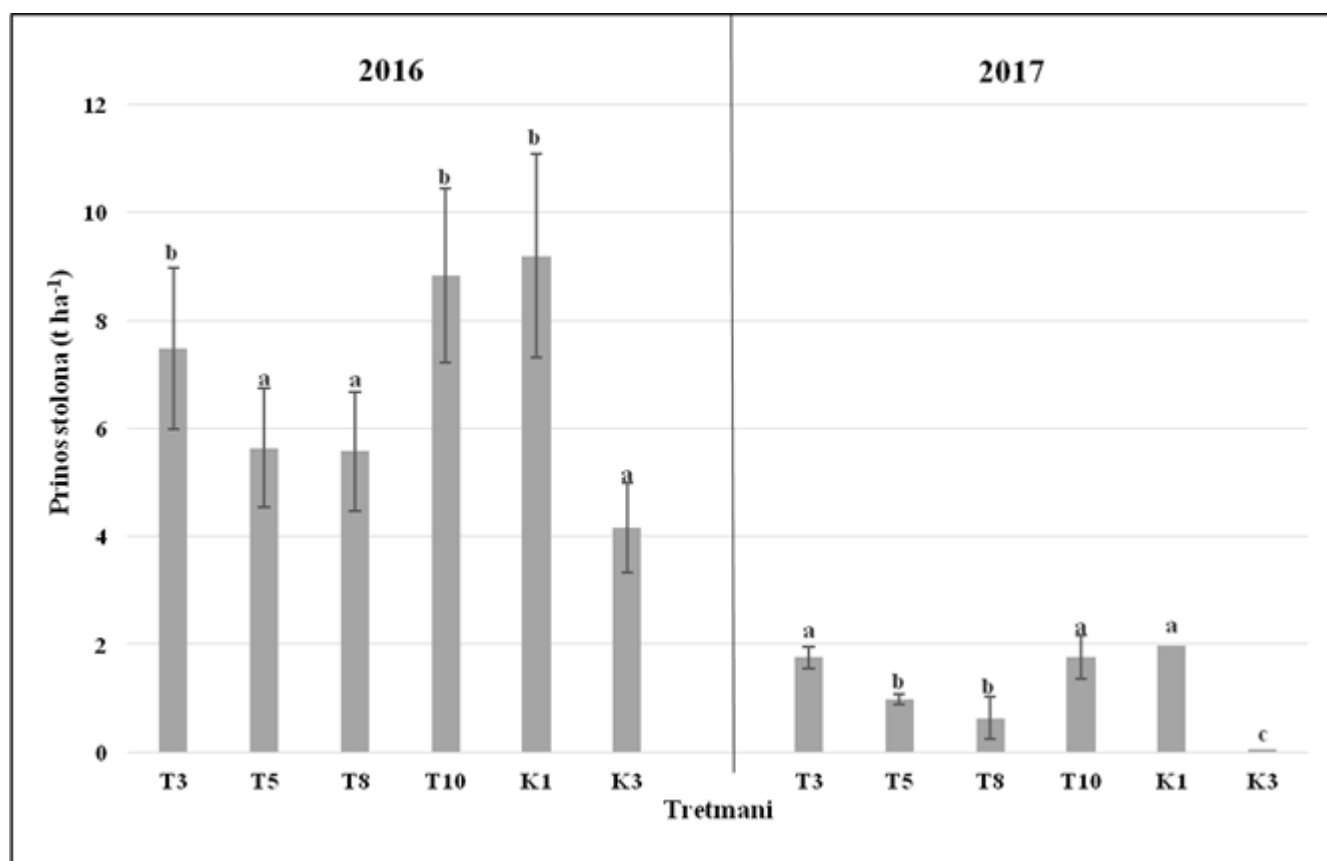


Grafik 11. Rrelativni sardžaja hlorofila (% od K1) u I i II žetvi u 2016. i 2017. godini

Mala slova (a - c) se odnose na razlike između tretmana (Duncan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K3 – bez uklanjanja korova

4. 3. 4. Prinos stolona

Na prinos stolona pitome nane su uticali i tretmani ($p < 0,01$) i interakcija između godine i tretmana ($0,01 < p < 0,05$) (Tabela 29 u prilogu). Generalno, u svim tretmanima, viši prinos je ostvaren u 2016. nego u 2017. godini. U obe godine, najviši prinos stolona u tretmanima sa primenom malčeva je postignut u T3 (2016: $7,5 \text{ t ha}^{-1}$; 2017: $1,8 \text{ t ha}^{-1}$) i T10 (2016: $8,8 \text{ t ha}^{-1}$; 2017: $1,8 \text{ t ha}^{-1}$), što je bilo na nivou prinosa u K1 (2016: $9,2 \text{ t ha}^{-1}$; 2017: $2,0 \text{ t ha}^{-1}$) (Grafik 12) i značajno ($p < 0,05$) više od prinosa u K3 (2016: $4,2 \text{ t ha}^{-1}$; 2017: $0,1 \text{ t ha}^{-1}$). U obe godine, prinos ostvaren u tretmanima T5 i T8 bio je niži u odnosu na T3, T10 i K1. Iako su bili niži u odnosu na navedene tretmnane, ovi prinosi su u 2017. godini, bili značajno ($p < 0,05$) viši od prinosa u K3, dok se u 2016. primena ovih malčeva nije odrazila na povećanje prinosa stolona u odnosu na K3.



Grafik 12. Prinos stolona ($\text{t ha}^{-1} \pm \text{SD}$) u 2016. i 2017. godini

Mala slova (a - d) se odnose na razlike između tretmana (Duncan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i plevljenje, K3 – bez uklanjanja korova

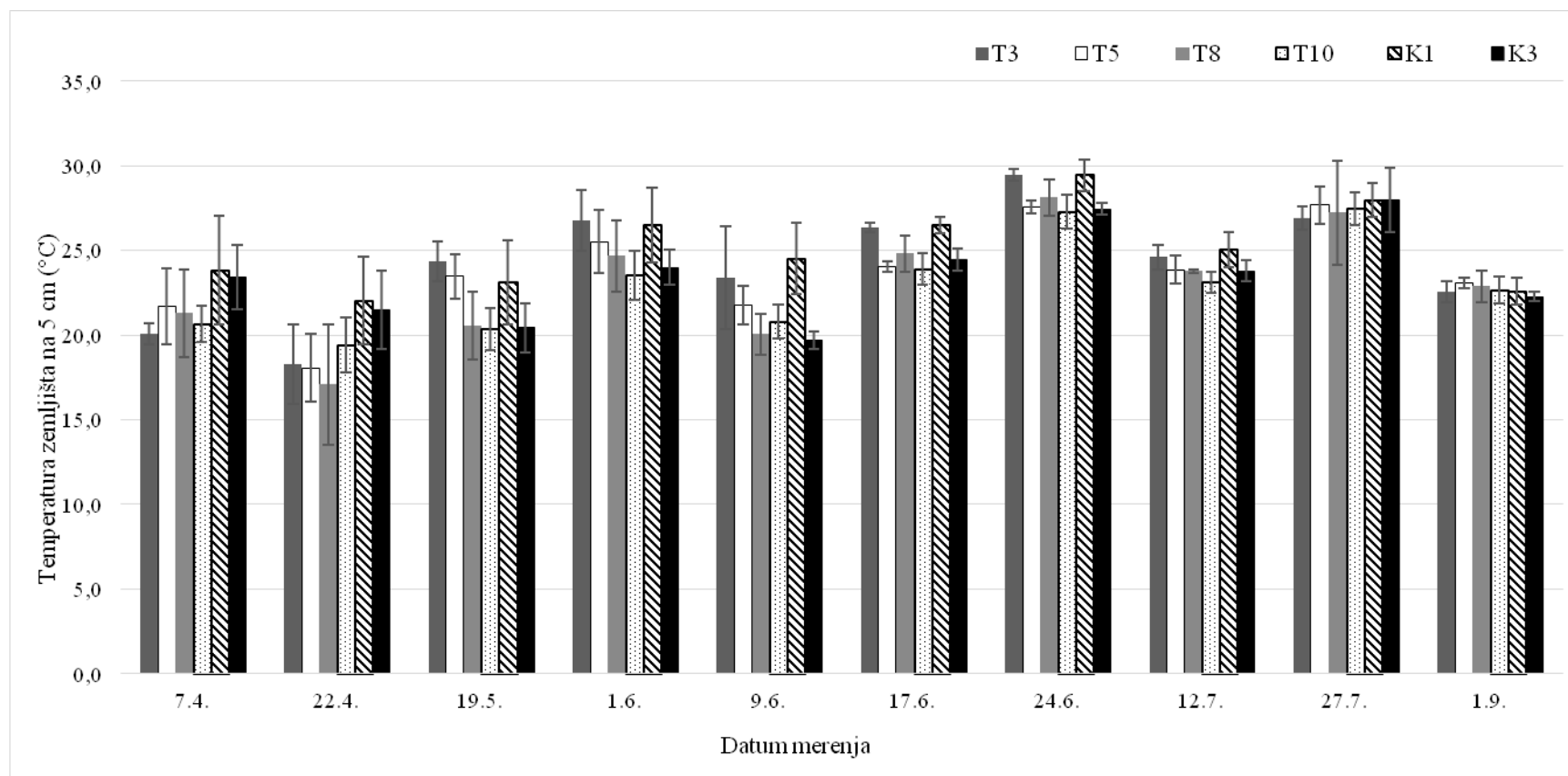
4. 4. Efekat malčeva na zemljište

4. 4. 1. Temperatura

U 2016. godini, tretmani su uticali na temperaturu zemljišta na dubini od 5 cm u odnosu na kontrole (Grafik 13). Temperatura zemljišta ispod tretmana sa primenom malčeva varirala je od 17,1°C (T8) do 29,5°C (T3), dok je u kontrolama bila od 19,7°C (K3) do 29,5°C (K1). Efekat malčeva na temperaturu zemljišta na dubini od 15 cm je takođe zabeležen, pri čemu je temperatura ispod malčeva varirala od 14,4°C (T8) do 28,2°C (T3), dok je u kontrolama bila od 15,3°C (K3) do 28,2°C (K1) (Grafik 14).

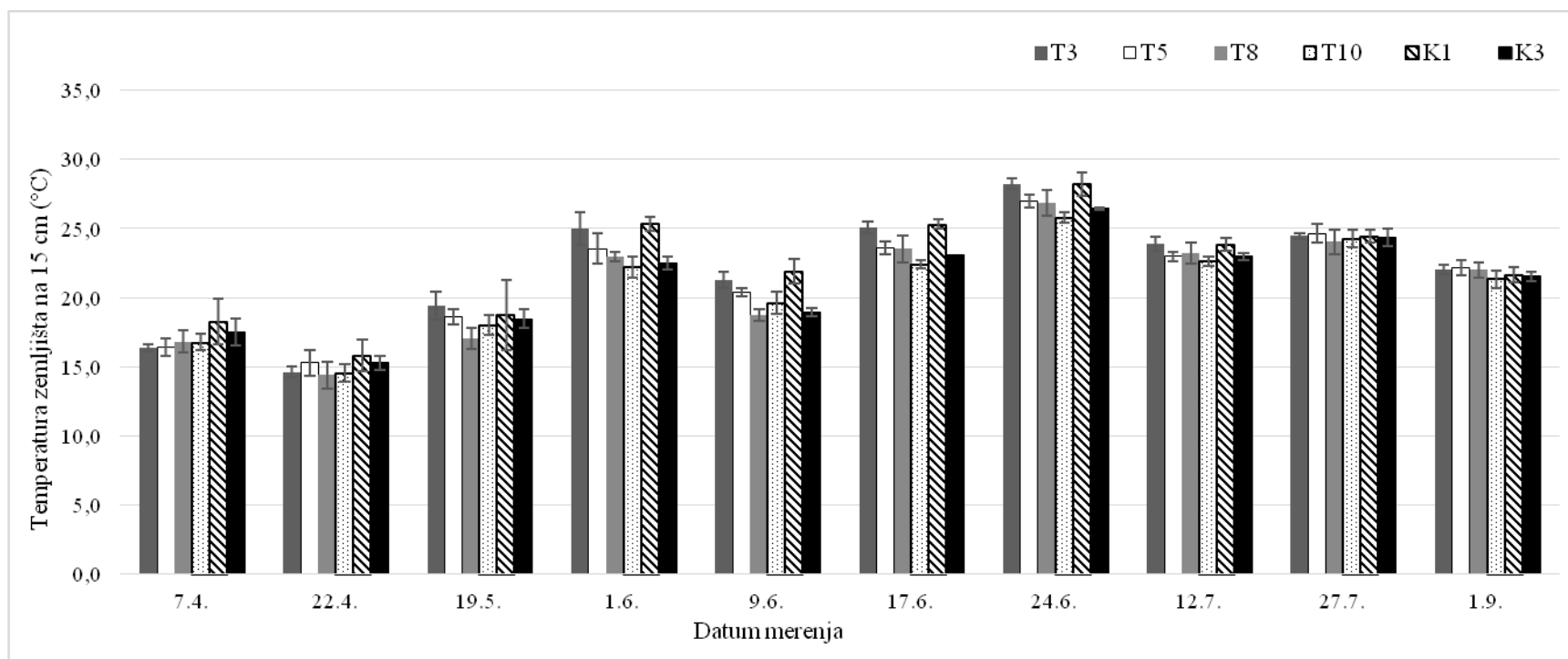
Na dubini od 5 cm, u aprilu su zabeležene niže temperature zemljišta ispod malčeva u odnosu na kontrole, dok je zemljište na ovoj dubini u maju i početkom juna meseca bilo toplije ispod sintetičkih malčeva u odnosu na površinu ispod organskih malčeva kao i K3 (Grafik 13). Najviše temperature su u ovom periodu zabeležene ispod sintetičkog malča T3 i bile su slične temperaturama u K1. Na početku juna je zabeležena najveća temperaturna razlika između organskih malčeva (T8 i T10) i K1 (4,4°C i 3,7°C, redom). U drugoj polovini juna i početkom jula najviše temperature su bile ponovo ispod T3, gde je vrednost bila slična vrednostima dobijenim u K1, dok je ispod organskih malčeva temperatura bila slična kao u K3. U drugoj polovini jula meseca kao i u septembru, malčevi nisu uticali na temperaturu zemljišta na dubini od 5 cm i vrednosti su bile slične vrednostima u kontrolama.

Na dubini od 15 cm, u aprilu mesecu malčevi nisu uticali na promene temperature zemljišta, a najviše vrednosti su zabeležene u K1 (Grafik 14). Tokom maja i juna, najviše temperature su ponovo zabeležene ispod T3 (kao i na dubini od 5 cm) i bile su slične vrednostima u K1. Takođe, ispod sintetičkih malčeva su zabeležene više temperature u odnosu na temperature ispod organskih malčeva i K3. Temperature ispod organskih malčeva i K3 su međusobno bile slične. Početkom juna najveća temperaturna razlika je bila između T10 i K1 (3,1°C). Početkom jula, najviša temperatura je zabeležena ispod T3 i bila je ista kao u K1, dok je ispod T5 i T10 bila niža nego u K3 (Grafik 14). U julu i sve do kraja vegetacije pitome nane, malčevi nisu značajno uticali na temperaturu zemljišta na dubini od 15 cm, kao i ni na dubini od 5 cm (Grafik 13, 14).



Grafik 13. Temperatura zemljišta na dubini od 5 cm u 2016. godini

T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i plevljenje, K3 – bez uklanjanja korova



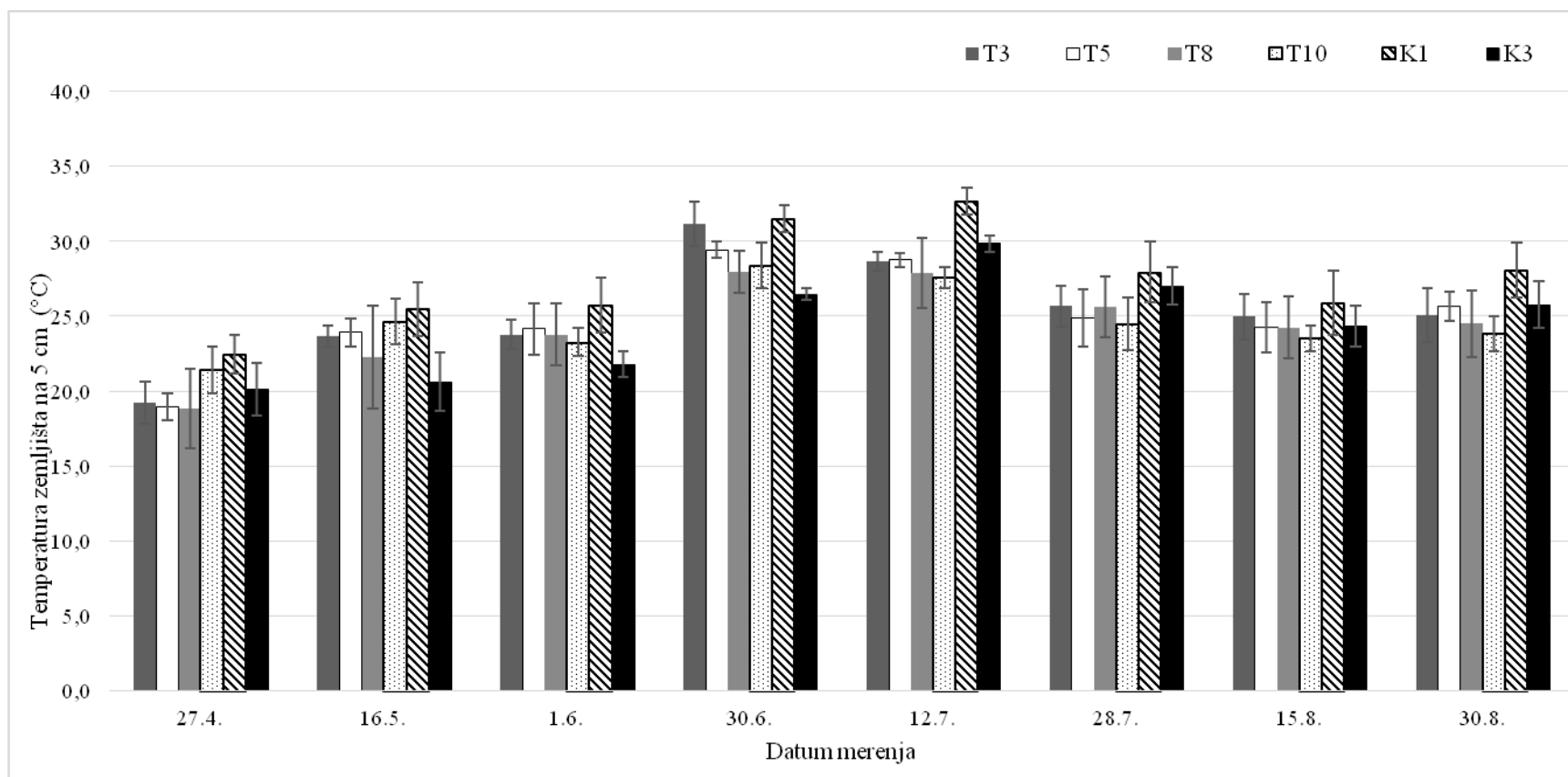
Grafik 14. Temperatura zemljišta na dubini od 15 cm u 2016. godini

T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i plevljenje, K3 – bez uklanjanja korova

U 2017. godini, malčevi su uticali na temperaturu zemljišta na dubini od 5 cm i 15 cm tokom vegetacije pitome nane (Grafik 15 i 16). Temperatura zemljišta ispod malčeva na 5 cm dubine je varirala od 18,9°C (T8) do 31,2°C (T3), dok je u kontrolama bila od 20,1°C (K3) do 32,7°C (K1). Na dubini od 15 cm, temperatura ispod malčeva varirala je od 14,3°C (T10) do 28,7°C (T3), dok je u kontrolama bila od 14,8°C (K3) do 29,2°C (K1).

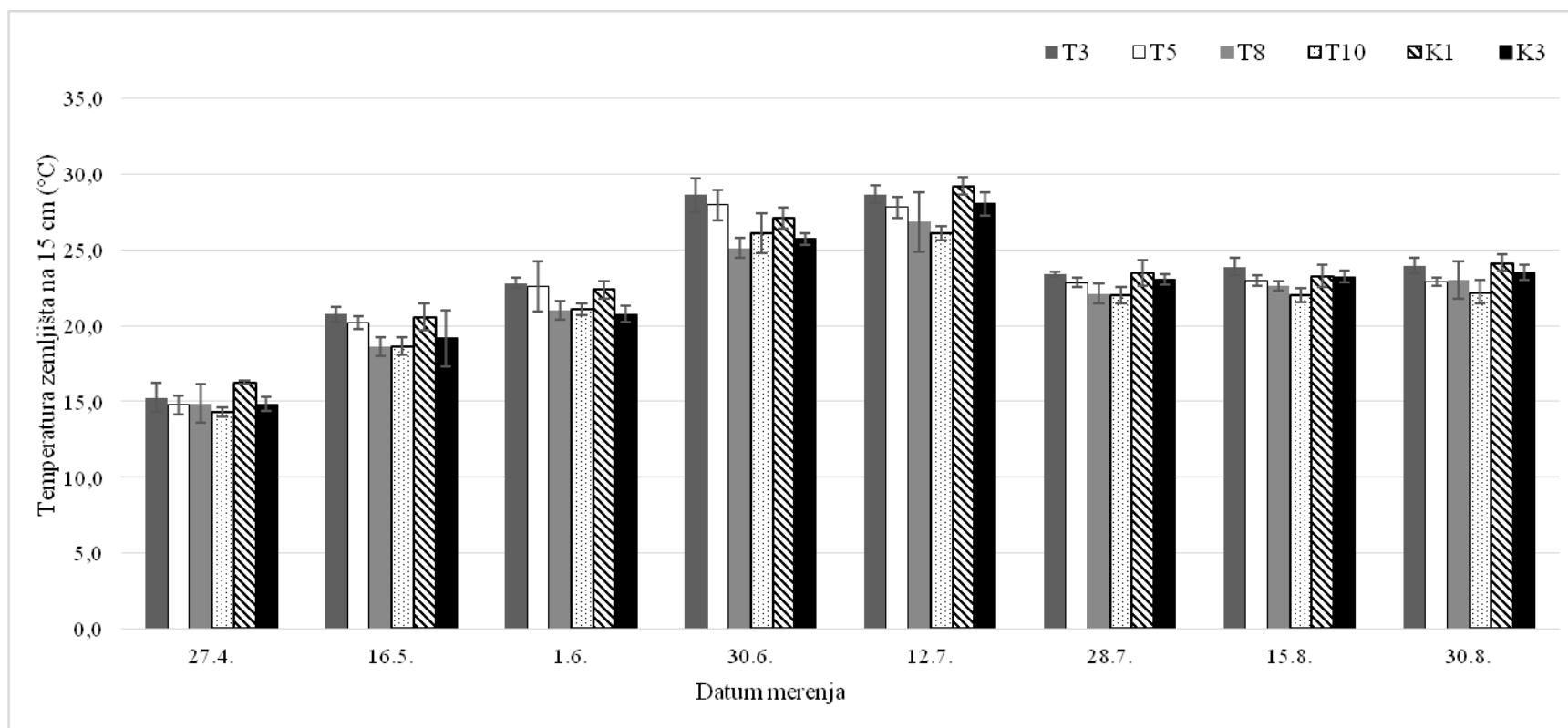
Na dubini od 5 cm, u aprilu i maju, najviša temperatura je zabeležena u K1, dok su svi malčevi smanjili temperaturu u odnosu na K1 (Grafik 15). U ovom periodu se izdvojio i organski T10, gde su vrednosti bile slične kao u K1 i više od svih ostalih tretmana. Početkom juna meseca su ponovo najviše vrednosti bile u K1, a malčevi su doveli do hlađenja površinskog sloja zemljišta u odnosu na K1, odnosno zagrevanja u odnosu na K3. Idalje, krajem juna, najviša temperatura je bila u K1 s tim što je došlo i do značajnog povećanja temperature ispod sintetičkog T3, dok su vrednosti ispod ostalih malčeva bile niže od K1 i više od K3. U julu mesecu najviše temperature su bile u K1, dok su svi malčevi doveli do smanjenja temperatura, gde su zabeležene vrednosti bile niže i od vrednosti u kontroli bez uklanjanja korova. U avgustu mesecu su i dalje najviše temperature bile u K1 s tim što su malčevi ponovo smanjili temperaturu u odnosu na K1, ali su vrednosti bile slične sa temperaturama u K3.

Na dubini od 15 cm, u aprilu, ponovo je kao i na dubini od 5 cm, najviša temperatura bila u K1, dok su malčevi doveli do smanjenja temperature i dobijene vrednosti su bile slične vrednostima u K3 (Grafik 16). U maju i početkom juna, najviše temperature su zabeležene ispod sintetičkog T3, koje su bile slične temperaturama u K1. Sintetički malčevi su doveli do većeg zagrevanja površinskog sloja zemljišta u odnosu na organske malčeve, gde su dobijene temperature slične vrednostima u K3. I dalje, krajem juna vrednosti ispod sintetičkih malčeva su bile veće nego u obe kontrole i ispod organskih malčeva. Korišćenje organskih malčeva je ponovo dovelo do hlađenja zemljišta i temperature su bile niže od K1, a slične vrednostima u K3. Najveća temperaturna razlika u ovom periodu je bila između T3 i T8 (3,5°C). U prvoj polovini jula, najviše temperature su bile u K1, dok su ispod sintetičkih malčeva bile slične kao u K3. Vrednosti ispod organskih malčeva bile su niže i od kontrola i od sintetičkih. Velika temperaturna razlika je zabeležena i u ovom periodu i to između T10 i K1 (3,1°C). Krajem jula meseca i sve do kraja vegetacije temperature su bile slične u svim tretmanima, dok su najviše zabeležene u T3 i K1.



Grafik 15. Temperatura zemljišta na dubini od 5 cm u 2017. godini

T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i plevljenje, K3 – bez uklanjanja korova

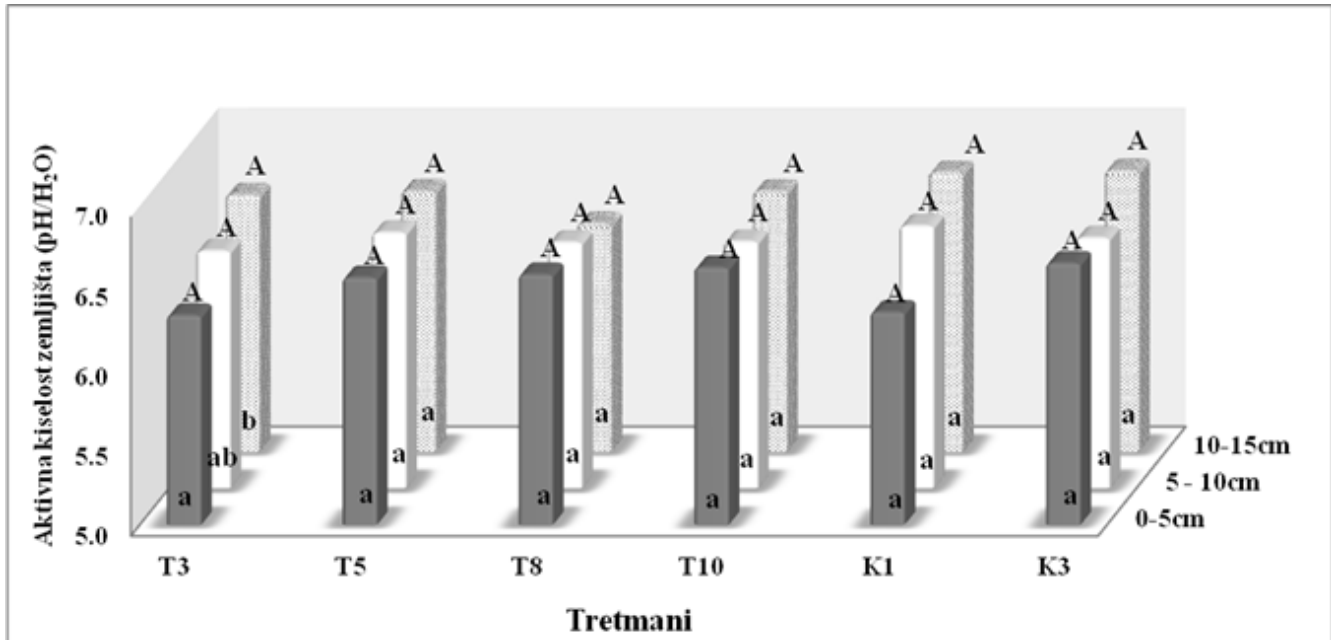


Grafik 16. Temperatura zemljišta na dubini od 15 cm u 2017. godini

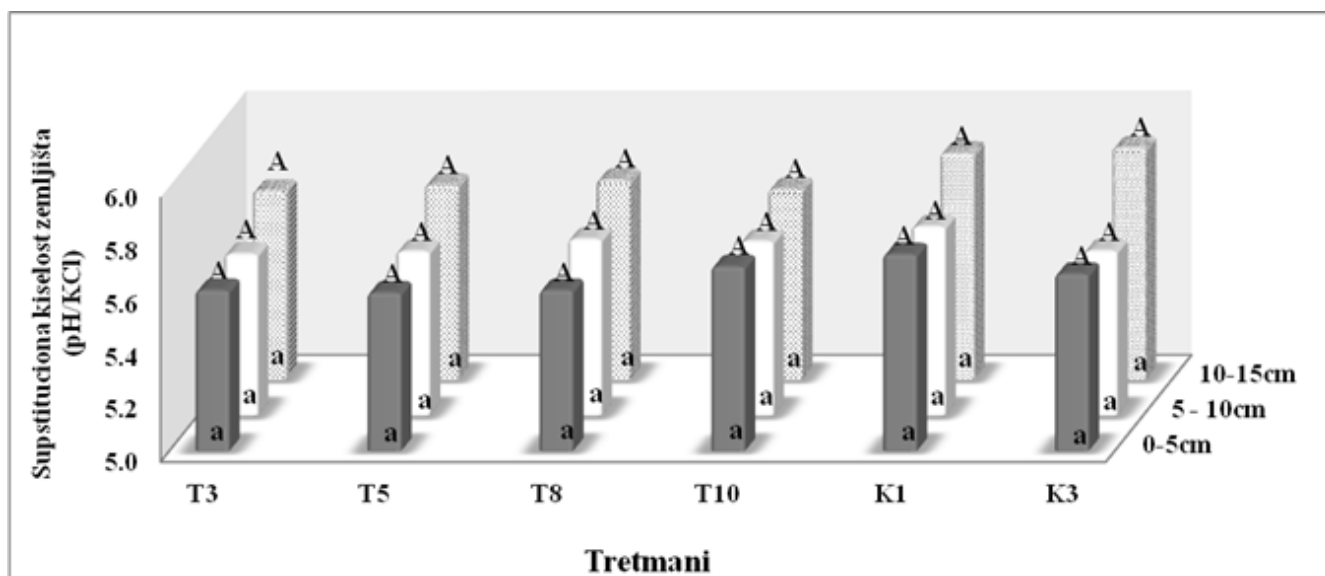
T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i plevljenje, K3 – bez uklanjanja korova

4. 4. 2. Reakcija zemljišta (pH)

Promene u **reakciji zemljišta** pod uticajem malčeva su praćene kroz promenu aktivne (pH/H₂O) i supstitucionalne (pH/KCl) kiselosti zemljišta šest meseci nakon njihove primene, pri čemu je utvrđeno da u 2016. godini, tretmani i interakcija tretmana i dubine zemljišta nisu uticali ($p > 0,05$) na aktivnu kiselost zemljišta, dok sama dubina jeste ($0,01 < p < 0,05$) (Tabela 30 u prilogu). Promena aktivne kiselosti zemljišta na ispitivanim dubinama zabeležena je samo pri primeni sintetičkog malča u T3 (Grafik 17). U ovom tretmanu, aktivna kiselost je bila veća na većoj dubini (na dubini od 0 – 5 cm: 6,3 i od 10 – 15 cm: 6,6). Na supstitucionalnu kiselost zemljišta nisu uticali ni dubina, ni tretman, kao ni interakcija ova dva faktora ($p > 0,05$) (Tabela 30 u prilogu) (Grafik 18).



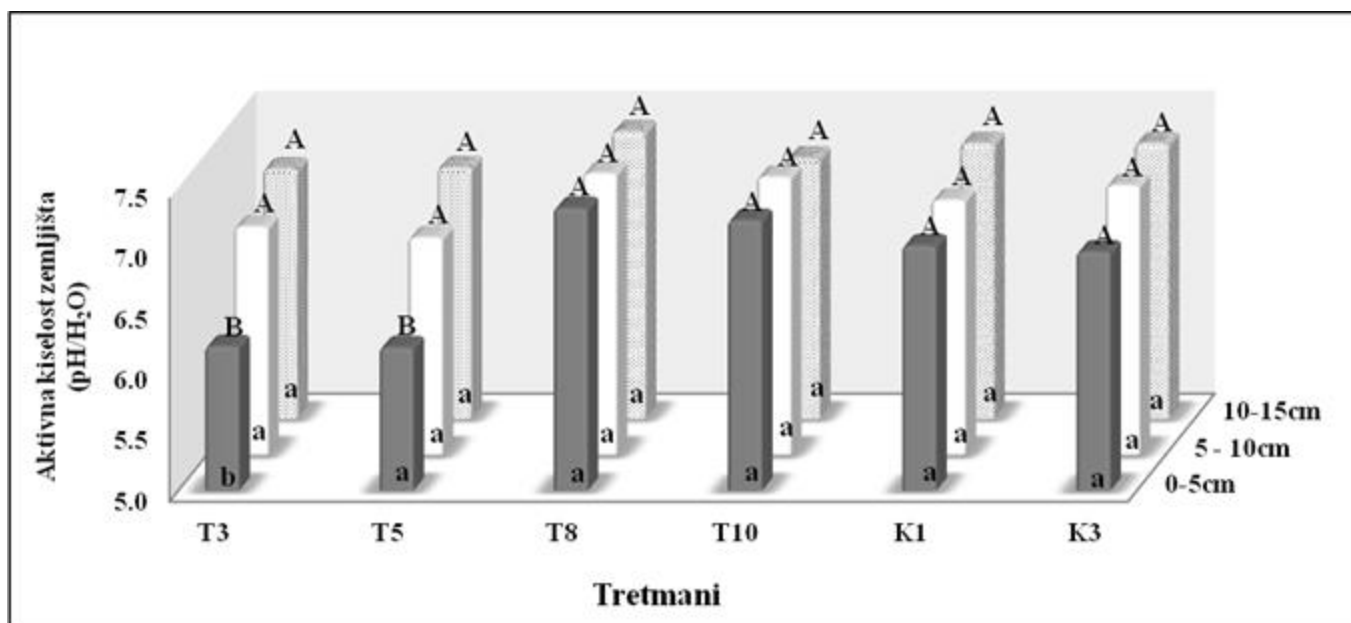
Grafik 17. Aktivna kiselost zemljišta na različitim dubinama u različitim tretmanima u 2016. godini. Velika slova (A) se odnose na razlike u aktivnoj kiselosti na istoj dubini između tretmana, dok mala slova (a, b) predstavljaju razlike između različitih dubina zemljišta u okviru istog tretmana (Duncan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i plevljenje, K3 – bez uklanjanja korova



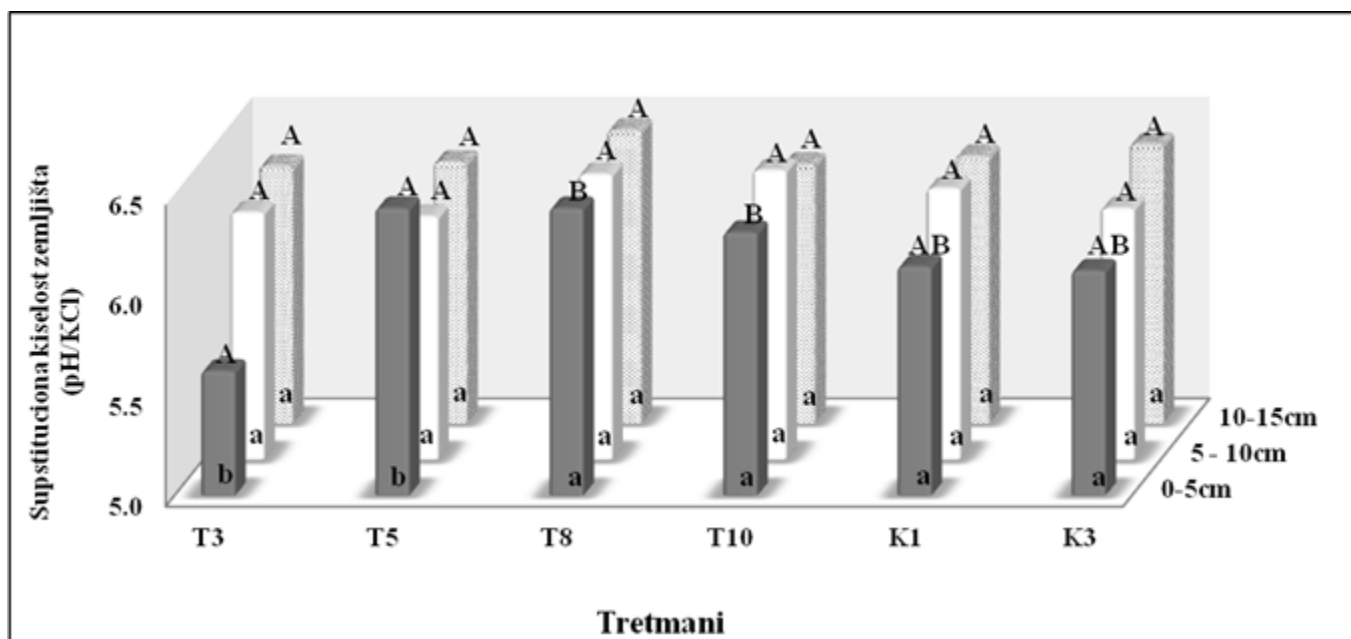
Grafik 18. Supstitucionna kiselost zemljišta na različitim dubinama u različitim tretmanima u 2016. godini

Velika slova (A) se odnose na razlike u aktivnoj kiselosti na istoj dubini između tretmana, dok mala slova (a, b) predstavljaju razlike između različitih dubina zemljišta u okviru istog tretmana (Duncan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i plevljenje, K3 – bez uklanjanja korova

U 2017. godini, tretmani ($p < 0,01$) i dubina zemljišta ($0,01 < p < 0,05$) su uticali na aktivnu kiselost zemljišta, dok njihova interakcija nije ($p > 0,05$) (Tabela 30 u prilogu) (Grafik 19). Sintetički malčevi su uticali na promenu aktivne kiselosti zemljišta i dobijene vrednosti su bile niže od vrednosti u svim ostalim tretmanima (Grafik 19). Dubina zemljišta je takođe uticala na promenu aktivne kiselosti u okviru T3 i vrednost na dubini od 0 – 5 cm (6,2) je bila statistički značajno niža ($p < 0,05$) od vrednosti na dubini od 5 – 10 cm kao i od 10 – 15 cm (6,9 i 7,1, redom). Na supstitucionu kiselost zemljišta su takođe uticali tretmani i dubina zemljišta ($0,01 < p < 0,05$), dok interakcija ova dva faktora nije ($p > 0,05$) (Tabela 30 u prilogu) (Grafik 20). Takođe, vrednosti supstitucione kiselosti na dubini od 0 – 5 cm zabeležene u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva (T3: 5,6 i T5: 6,4) su bile značajno niže u odnosu na vrednosti u tretmanima sa primenom organskih malčeva (T8: 6,5 i T10: 6,3) (Grafik 20). Isto kao i na aktivnu kiselost, dubina zemljišta je uticala i na promenu supstitucione kiselosti u T3, pri čemu su na većoj dubini su bile veće vrednosti (od 0 – 5 cm: 5,6; od 5 – 10 cm: 6,2; od 10 – 15 cm: 6,3). Promene supstitucione kiselosti su zabeležene i u T5, gde su vrednosti bile niže na dubini od 0 – 5 cm (6,4) nego na većim dubinama (od 5 – 10 cm: 6,4; od 10 – 15 cm: 6,3).



Grafik 19. Aktivna kiselost zemljišta na različitim dubinama u različitim tretmanima u 2017. godini Velika slova (A, B) se odnose na razlike u aktivnoj kiselosti na istoj dubini između tretmana, dok mala slova (a, b) predstavljaju razlike između različitih dubina zemljišta u okviru istog tretmana (Duncan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i pleveljenje, K3 – bez uklanjanja korova



Grafik 20. Supstitucijska kiselost zemljišta na različitim dubinama u različitim tretmanima u 2017. godini Velika slova (A, B) se odnose na razlike u aktivnoj kiselosti na istoj dubini između tretmana, dok mala slova (a, b) predstavljaju razlike između različitih dubina zemljišta u okviru istog tretmana (Duncan test). T3 – PE sivo-crna folija, T5 – agrotekstilna crna folija, T8 – piljevina bagrema, T10 – iglice crnog bora, K1 – redovno okopavanje i pleveljenje, K3 – bez uklanjanja korova

5. DISKUSIJA

5. 1. Odabir malčeva podesnih za primenu u pitomoj nani

Rezultati istraživanja u ovoj disertaciji doprinose novim saznanjima o mogućnostima primene sintetičkih i prirodnih malčeva u suzbijanju korova u lekovitom bilju (Rohloff i sar., 2005; Fontana i sar., 2006; Radanović i sar., 2007; Singh i Saini, 2008; Carrubba i Militello, 2013; Yousefi i Rahimi, 2014; Carruba, 2017). Singh i Saini (2008) i Matković i sar. (2016) su potvrdili efikasnost različitih malčeva u suzbijanju korova, a time i njihov pozitivan efekat na prinose poljske i pitome nane. Prema Stougaard (1997) korovi mogu prouzrokovati ozbiljne ekonomske gubitke u proizvodnji pitome nane. Ivanović i sar. (1998) ukazuju da su korovi najznačajniji bioagensi koji otežavaju njenu proizvodnju, dok Kostić i sar. (1998, 1999) ističu korove kao ograničavajući faktor u gajenju lekovitog bilja. To nameće potrebu za suzbijanjem korova raspoloživim merama. U Srbiji ne postoje zvanično registrovani herbicidi za primenu u pitomoj nani, a i u evropskim zemljama je upotreba herbicida ograničena (Karkanis i sar., 2018). Shodno tome, nehemijske mere za suzbijanje korova, za koje se zalažu i drugi autori (Barberi, 2002; Rohloff i sar., 2005; Fontana i sar., 2006; Radanović i sar., 2007; Vrbničanin i sar., 2007; Singh i Saini, 2008; Carrubba i Militello, 2013; Yousefi i Rahimi, 2014; Pupaliene i sar., 2015; Carruba, 2017), ne samo da dovode do sprečavanja gubitaka prinosa, već se koriste kako bi se isti povećao. Različiti organski i sintetički malčevi čija primena je preliminarno ispitana u agroekološkim uslovima Južnog Banata su ispoljili dobar efekat na prisustvo i biomasu korova (Tabela 7; Grafik 1 - 3) a samim tim i na prinos pitome nane (Grafik 4 i 5), pri čemu se njihova efikasnost razlikovala tokom godine. Efikasnost malčeva zavisi od prisutnih korovskih vrsta, odnosno od toga da li su prisutne vrste jednogodišnje ili višegodišnje (Jodaugienė i sar., 2012; Massucati i Köpke, 2014), a samim tim i od perioda godine u kom se javljaju i meteoroloških uslova tokom sezone. S tim u vezi, u preliminarnim ogledima je zakorovljenost pitome nane u različitim tretmanima ocenjena u dva navrata (pred prvu i pred drugu žetvu), pri čemu su uvrđene razlike između ovih ocena (Grafik 1 - 3). Broj vrsta i njihova ukupna biomasa u drugoj oceni su bili manji zbog toga što su nakon prve žetve, svi prisutni korovi u ogledu ručno uklonjeni. Veliki diverzitet korova u okviru jedne iste godine, kao i između godina se može objasniti visokim potencijalom zakorovljenosti eksperimentalnih parcela, kao i različitim meteorološkim uslovima (Klimadijagram 1). Dobijeni rezultati su saglasni sa rezultatima Vrbničanin i sar. (1998, 2000) koji su utvrdili veliki diverzitet korovskih vrsta u sastavu korovske vegetacije na lokalitetu Južni Banat. Takođe, 30 korovskih vrsta je utvrđeno u organskom zasadu pitome nane i 21 vrsta u konvencionalnom zasadu u Bačkom Petrovcu (Brdar-Jokanović i sar., 2017).

Na efikasnost malča u suzbijanju korova utiče prvenstveno vrsta malč prostirke (sintetički ili organski), zatim debljina primene, odnosno njegove pokrovne moći, kao i postojanost u višegodišnjim zasadima. Tako je između prisustva korova i debljine malča utvrđena negativna korelacija (Greenly i Rakow, 1995; Jodaugienė i sar., 2012; Wang i sar., 2014; Matković i sar., 2015; Pupaliene i sar., 2015). Takođe, ista vrsta malča postavljena u sloju iste debljine, može ispoljiti različit efekat na suzbijanje korova u različitim usevima i pri različitim meteorološkim uslovima. Tako je primena slame u sloju od 5 cm u crnom luku, kupusu i repi redukovala ukupan broj korova za 75,1% u Litvaniji (Sinkevičienė i sar., 2009), dok je isti malč primenjen u sloju iste debljine u pitomoj nani u Južnom Banatu redukovao biomasu korova za 30% (Matković i sar., 2017), dok ovaj malč u našim preliminarnim istraživanjima nije uticao na UBK (Grafik 2). Malč od kore bora je imao isti efekat kao i slama (Grafik 2), dok su suprotno tome Shahriari i sar. (2013) koristili koru usitnjenog drveta u sloju od 5 cm i postigli stopostotno suzbijanje korova. Matković i sar. (2017) su postigli smanjenje biomase korova od 47,5% primenom ovog malča, dok je malč od piljevine korišćen u sloju od 5 cm redukovao biomasu korova za 57,1% u pitomoj nani (Matković i sar., 2017) i 41,7% u crnom luku (Abouziene i Radwan, 2014). Suprotno tome, u našim preliminarnim istraživanjima primena malča od piljevine nije dovela do značajnog smanjenja UBK u poređenju sa zakorovljenom kontrolom. Malčevi od iglica bora, kukuruzovine i kore bagrema nisu imali efekat na UBK (Grafik 2). Suprotno tome, Skroch i sar. (1992) su utvrdili da je malč od dugih i kratkih

suvih iglica primenjen u debljem sloju (9 cm) redukovao ukupan broj korova za 50%. Suprotno svim navedenim prirodnim malčevima, pri upotrebi komposta došlo je do povećanja suve biomase korova i ukupnog broja korovskih vrsta (Matković i sar., 2017). Ovi rezultati su saglasni sa našim rezultatima u prvoj oceni zakorovljenosti gde su vrednosti UBK bile znatno veće nego u zakorovljenoj kontroli (Grafik 2). Ovaj stimulativan efekat malča od komposta na korove se može pripisati činjenici da veliki broj semena korova zadržava klijavost u kompostu i čini moguć potencijal za pojavu određenih vrsta u usevu (Božić i sar., 2015).

Različit uticaj pojedinih malčeva na suzbijanje korova odražava se i na razlike u prinosu gajenih biljaka. Pozitivan uticaj malčeva na prinos pitome nane su utvrdili sledeći autori: Rohloff i sar. (2005), Shahriari i sar. (2013), Matković i sar. (2016 i 2017), a povećanje prinosa je utvrđeno i u poljskoj nani (Khera i sar., 1986; Patra i sar., 1993; Ram i Kumar, 1997; Singh i Saini, 2008). U našem istraživanju prinos pitome nane u II žetvi bio je veći nego u I žetvi, što nije uobičajeno za ovu vrstu (Telci i Sahbaz, 2005; Kassahun i sar., 2011). Izrazita suša u junu i julu mesecu, kao i povoljne vremenske prilike nakon I žetve sa obilnim padavinama u avgustu (Klimadijagram 1) mesecu (što nije karakteristično za ovaj lokalitet) su dovele do većeg prinosa u II žetvi (Grafik 4 - 7). Takođe, veći prinos se može obrazložiti i time što je UBK bila znatno manja u periodu između dve žetve u odnosu na period do I žetve (Grafik 4 - 7). Poređenjem podtretmana *sa* i *bez uklanjanja korova* u redu pitome nane utvrđene su razlike u prinosu, pri čemu je znatno veći prinos ostvaren u podtretmanu *sa uklanjanja korova* (Grafik 4). Prinos pitome nane u I žetvi u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva u potretmanima *sa uklanjanjem korova* je varirao od 1,2 (T9) do 2,8 t ha⁻¹ (T3), dok je u istoj žetvi u podtretmanima *bez uklanjanja korova* varirao od 0,3 (T1 i T2) do 0,9 t ha⁻¹ (T5). Takođe, velike razlike između podtretmana su primećene i u II žetvi gde je prinos u potretmanima *sa uklanjanjem korova* varirao od 1,8 (T2) do 4,1 t ha⁻¹ (T3), a *bez uklanjanja korova* od 0,5 (T1) do 2,8 t ha⁻¹ (T3) (Grafik 4 i 5). Velike razlike u prinosu između pomenutih podtretmana ukazuju na to da korovi u zoni reda utiču na smanjenje prinosa (Grafik 3), pa je u daljim istraživanjima nastavljeno sa ispitivanjima efikasnosti odabranih malčeva u suzbijanju korova u pitomoj nani uz ručno uklanjanje korova u zoni reda. Prinos sušenog nadzemnog dela pitome nane u konvencionalnom sistemu gajenja u Srbiji u proseku varira od 3 do 5 t ha⁻¹ (Stepanović i Radanović, 2011), dok je prinos na folijama *sa uklanjanjem korova* u našem ogledu varirao od 3,9 t ha⁻¹ (T1 i T9) do 6,9 t ha⁻¹ (T3) (Grafik 4), dok je na organskim malčevima u istom podtretmanu varirao od 1,6 (T6) do 3,3 t ha⁻¹ (T10) (Grafik 6).

Značajno viši prinos u odnosu na prosek u našoj državi, a i na kontrolu gde su korovi redovno uklanjani (K1), dobijen je korišćenjem PE sivo-crne folije *sa uklanjanjem korova* (u zoni reda) u obe žetve, dok je prinos u tretmanima sa primenom svih ostalih sintetičkih bio na nivou prinosa u K1 (Grafik 4). Takođe, Awodoyin i sar. (2007) su dobili veći prinos paradajza korišćenjem PE sivo-crne folije nego u kontroli koja je ručno plevljena, dok su Radanović i sar. (2007) utvrdili povećanje prinosa cvetova planinske lekovite vrste arnike kada se gaji na PE sivo-crnoj foliji. Dalje, možemo zaključiti da se ljudski rad na polju može zameniti primenom sintetičke sivo-crne folije u određenim usevima/zasadima, pri čemu iskustvo iz naših preliminarnih istraživanja ukazuje da se u pitomoj nani posađenoj u jesen otvori kroz koje ona niče moraju opleviti bar dva puta u toku proleća.

Isti trend (prinosi veći u II nego u I žetvi; prinosi veći u podtretmanima *sa uklanjanjem korova* nego u podtretmanima *bez uklanjanja korova*) u smislu efekata malčeva na prinos je zabeležen i pri primeni organskih malčeva (Grafik 6 i 7). Posmatrajući obe žetve u ovim podtretmanima, izdvojili su se malčevi od piljevine bagrema i iglica crnog bora kao pogodni za gajenje pitome nane. Dobijeni prinosi u ovim tretmanima u varijanti *sa uklanjanjem korova* su bili 3,2 (T8) i 3,3 t ha⁻¹ (T10) (Grafik 6), što se podudara sa prosekom pri konvencionalnom sistemu gajenja (Stepanović i Radanović, 2011). Važno je istaći da korišćenje organskih malčeva nema negativnih efekata na životnu sredinu, kao i da je dobijena lekovita sirovina apsolutno bezbedna za ljudsku upotrebu.

Ispitivanje različitih sintetičkih i organskih malčeva u suzbijanju korova u pitomoj nani zasnovanoj u jesenjem roku, na području južnog Banata, u uslovima suvog ratarenja je pokazalo da svi malčevi izuzev komposta suzbijaju korove i imaju pozitivan efekat na prinos. Međutim, nisu svi podjednakog nivoa efikasnosti. Od sintetičkih malčeva najbolji efekat na prinos su ispoljile sivo-crna folija i agrotetilna crna folija, a od organskih piljevina bagrema i iglice crnog bora.

5. 2. Efekat malčeva na korove

Sintetički malčevi su u potpunosti suzbili korove, a tretmanima sa primenom organskih malčeva se ukupan broj korovskih vrsta razlikovao u zavisnosti od zastupljenosti, eksperimentalne godine i ocene, pri čemu su BR i BM nekih vrsta redukovane, dok na neke ovi malčevi nisu imali uticaja. Na organskim malčevima u 2016. godini je zabeleženo 13 vrsta, dok je u 2017. godini bilo 10 (Tabela 10). Najveći broj vrsta u 2016. godini je iz familija *Poaceae* i *Asteraceae*, što je saglasno istraživanjima Brdar-Jokanović i sar. (2017) gde je najveći broj korovskih vrsta bio iz familije *Asteraceae*, takođe u zasadu pitome nane. U našim istraživanjima u 2017. godini najveći broj vrsta je iz familije *Poaceae*. U 2016. godini najbrojnije vrste su bile *A. fatua* i *S. glauca*, a u 2017. *A. fatua* i *S. verticillata*, nasuprot prethodnim istraživanjima u pitomoj nani u Vojvodini gde ove vrste nisu bile zabeležene (Brdar-Jokanović i sar., 2017). Karkanis i sar. (2017) su u zasadu pitome nane utvrdili da preovlađuje *Avena sterilis*, kao i to da su broj i biomasa jednogodišnjih korova znatno smanjeni u drugoj godini uzgajanja pitome nane na istom lokalitetu. Osim toga, oni ističu problem višegodišnjih korova (čije nehemijsko suzbijanje je znatno teže) u drugoj godini. Prema Jäck i sar. (2017), vrsta *A. fatua* je dobro poznata kao uzrok gubitaka prinosa u poljoprivredi. Slično je potvrđeno u pitomoj nani, gde je biomasa ovog korova je u negativnoj korelaciji sa prinosom (Stougaard, 1997). Stoga se svako smanjenje ove vrste smatra veoma korisnim, što je u našem istraživanju u obe eksperimentalne godine postignuto upotrebom obe sintetičke folije. Pored ove vrste koja u velikoj meri može da utiče na smanjenje prinosa, treba izbegavati sadnju pitome nane na lokalitetima na kojima su u velikom broju prisutne vrste *C. arvensis* i *S. halepense*, kao veoma problematični višegodišnji korovi (Karkanis i sar., 2017). Ovaj problem može biti rešen korišćenjem sintetičkih malčeva koji su u potpunosti suzbili korove u našem istraživanju, na šta takođe ukazuje Skroch i sar. (1992) koji su utvrdili da sintetičke folije značajno smanjuju brojnost korova. Takođe, u našem radu malč piljevina bagrema je u potpunosti suzbio vrstu *S. halepense* u obe godine, nasuprot istraživanju Teasdale i Mohler (1993) koji su ukazali na slabu efikasnost nekoliko organskih malčeva u suzbijanju višegodišnjih vrsta. Jedan od mogućih razloga slabe efikasnosti organskih malčeva za ove vrste korova su njihovi rizomi, koji imaju jako veliku moć regeneracije i u kojima skladište hranljive materije, koje im daju energiju da probiju slojeve organskih malčeva (Tu i sar., 2001). U našem radu, malč piljevina bagrema je efikasno suzbio i vrstu *C. arvensis*, koja je zabeležena u maloj brojnosti samo u 2016. godini u II oceni. Pored navedenih vrsta, Vrbničanin i sar. (2000, 2007) su utvrdili da su *A. repens*, *C. arvensis*, *Erigeron canadensis*, *L. serriola*, *Polygonum lapathifolium* i *R. crispus* najčešće prisutne i brojne vrste u lekovitom bilju. Nasuprot ovim istraživanjima a slično našem, Carrubbe (2017) nije utvrdio tipične vrste korova u gajenom lekovitom bilju na više različitih lokaliteta, ali je istakao da je većina vrsta bila jednogodišnja i od već spomenutih širokorasprostranjenih vrsta ističe *C. arvensis* i *C. album*, čije prisustvo je potvrđeno i u našem istraživanju. Naime, sintetički malčevi su u potpunosti suzbili pomenute vrste, a efekat organskih malčeva je varirao za vrstu *C. arvensis*, dok je *C. album* suzbijena u potpunosti u obe godine. Takođe, Massucati i Köpke (2014) su utvrdili da je malč od slame suzbio *C. album*. To je posebno značajno ako se ima u vidu da je ovu vrstu teško hemijski suzbiti zbog epikutikulatnih voskova koji otežavaju usvajanje herbicida preko lista (Burghardt i sar., 2006; Vranjes, 2019). Pored toga, efikasnost sintetičkih malčeva tokom celog vegetacionog perioda pitome nane je ostala nepromenjena, nasuprot organskim malčevima koje pojedini korovi vremenom uspevaju da probiju. Tako npr. organski malč je uspeo da smanji brojnost *C. album* u trajanju od samo tri nedelje u usevu paradajza (Anzalone i sar., 2010).

Iako su Abouzienna i Radwan (2015) utvrdili povećanje biomase *C. album* u usevu luka nakon primene malča od piljevine, što se može objasniti njenim alelopatskim delovanjem (Saha i sar., 2018). Takav efekat piljevine Abouzienna i Radwan (2015) su pripisali nedovoljnoj debljini sloja postavljenog malča. Pojedini korovi (*C. intybus*, *D. carota*, *S. glauca*) u našim ogledima su se javili samo u tretmanima sa primenom organskih malčeva, dok je njihovo prisustvo izostalo u zakorovljenoj kontroli, ili je njihova brojnost bila veća u ovim tretmanima nego u kontroli, što se može pripisati robusnom habitusu nekih vrsta kao što su *V. phlomoides*, *L. serriola* i *R. crispus*, koje imaju izraženu konkurentne sposobnosti i samim tim mogu da uguše neke manje kompetitivne vrste u kontroli.

Saglasno očekivanjima, velika brojnost vrste ne podrazumeva i visoku biomasu korova, pa su se tako određene vrste izdvojile sa visokom biomasom a malom brojnošću po jedinici površine. Pored pomenute *A. fatua* koja se izdvojila i visokom brojnošću i pojedinačnom biomasom, u I oceni su zabeležene još i vrste *C. recutita*, *C. orientalis*, *L. serriola*, *P. hieracioides* i *V. phlomoides*. U istraživanjima drugih autora u lekovitom bilju su takođe izdvojile vrste *C. recutita* i *L. serriola* (Vrbničani i sar., 2007; Brdar-Jokanović i sar., 2017). U II oceni, pored pomenutih izdvaja se i *P. aviculare*, ranoprolećna, jednogodišnja vrsta, koja cveta i plodonosi od maja meseca (Vrbničani i Šinžar, 2003) pa se pretpostavlja da je seme uspelo da proklija kroz malč od iglica, saglasno rezultatima prethodnih istraživača (Sinkevičienė i sar., 2009). Sinkevičienė i sar. (2009) su utvrdili da je ranoprolećna, jednogodišnja vrsta *Poa annua* uspela da donese seme i ponovo nikne kroz organski malč u drugom delu leta.

Efekat malčeva na smanjenje ukupne biomase korova u lekovitom bilju su utvrdili Carrubba i Militello (2013), što je potvrđeno i u našem istraživanju. Svi malčevi su redukovali UBK u odnosu na K3, pri čemu je redukcija postignuta sintetičkim malčevima bila značajno veća u odnosu na organske. U dve uzastopne godine, ukupna suva biomasa korova u kontroli bez uklanjanja korova bila je u proseku 3,1 puta veća u I oceni u odnosu na II ocenu, što je uobičajeno za date agroekološke uslove (Stepanović i Radanović, 2011). Razlike između ocena u redukciji UBK u tretmanima sa organskim malčevima, kao i u K3, mogu se objasniti visokom brojnošću i biomasom *A. fatua*; u okviru organskih malčeva procenat BM *A. fatua* u malč tretmanima u odnosu na UBK u I oceni bila je 65,8% u T8, 81,5% u T10 i 75% u K3 (Tabela 13), dok u II oceni ova vrsta nije zabeležena (Tabela 11 i 12; Grafik 8). Razlike između ocena u tretmanima sa primenom sintetičkih malčeva nisu postojale, pošto su oni u potpunosti suzbili korove, što je potvrđeno i od strane drugih autora (Hoeberechts i sar. 2004; Shahriari i sar., 2013; Splawski i sar., 2016; Matković i sar., 2017). Visoku efikasnost ($\geq 90\%$) i redukciju suve biomase korova su zabeležili i Fontana i sar. (2006) korišćenjem PP folije u lekovitom bilju, kao i Anzalone i sar. (2010) i Cirujeda i sar. (2012). Na pozitivne efekte upotrebe sintetičkih malčeva u gajenju lekovitog bilja ukazuju i drugi autori (Radanović i sar., 2007, 2016), s tim što fokus stavljaju samo na prinos useva bez istraživanja njihovih efekata na korove. Redukcija UBK u našem radu primenom organskih malčeva je takođe bila značajna, što je potvrđeno i od strane više autora koji su utvrdili redukciju ukupne biomase korova od oko 50% (Abouzienna i Radwan, 2014; Matković i sar., 2017). Međutim, niža efikasnost ovih malčeva obično se pripisuje njihovoj strukturi i nestabilnosti na površini zemljišta (Pupaliene i sar., 2015). Narušen sloj postavljenog malča organskog porekla omogućava prodiranje sunčeve svetlosti i klijanje korova (Unger, 1978), dodatno umanjujući njihovu kontrolu. Pošto je u slučaju organskih malčeva debljina sloja takođe važna (Arentoft i sar., 2013; Pakdel i sar., 2013), mogućnost smanjenja UBK malčem proporcionalna je fizičkoj barijeri koju pruža. S obzirom da je debljina oba korišćena organska malča u ovom istraživanju bila identična, manja efikasnost iglica koja se ogleda u većoj UBK (Grafik 8) pripisuje se njegovoj rasutoj strukturi i neujednačenosti na površini zemljišta. Svakako se ne sme zanemariti efekat vremena proteklog od primene malča na njegovu efikasnost. Naime, redukcija UBK može da raste pod uticajem organskih malčeva kako vreme prolazi. Tako je redukcija UBK 45 dana nakon postavke malča od piljevine bila 28,5%, a nakon 75 dana 41,7% (Abouzienna i Radwan, 2014), što se može povezati i sa otpuštanjem alelohemikalija iz organskih malčeva, koje mogu delovati na klijanje i rast korova (Saha i sar., 2018). Takođe, Duryea i sar. (1999) su utvrdili da organski malčevi poput kore bora, čempresa, eukaliptusa i

iglica bora u vodi oslobađaju hemikalije koje utiču na klijanje semena salate, a ukazuju da samim tim ove materije mogu uticati i na klijanje nekih vrsta korova. Tako su u našem radu, iglice bora redukovale UBK, koja je varirala oko 30%, a jedini izuzetak je zabeležen u II oceni 2017. godine gde je redukcija bila 66,7%. Saglasno našim rezultatima, Matković i sar. (2017) su koristili ovu vrstu malča u sloju iste debljine pri čemu je utvrđena redukcija UBK od 32,0%. Osim toga, i drugi autori su utvrdili da iglice bora redukuju brojnost korova (Skroch i sar., 1992, Broschat, 2007).

5. 3. Efekat malčeva na pitomu nanu

5. 3. 1. Prinos biljne sirovine

Slično kao i u drugim zemljama jugoistočne Evrope, vegetacioni period pitome nane u agroekološkim uslovima Srbije traje oko šest meseci i u tom periodu su moguće dve žetve (Matković i sar., 2016; Fejer i sar., 2017), pri čemu vreme žetve utiče na prinos. I u našem istraživanju vreme žetve je uticalo na prinos, tako što je prinos u I žetvi bio viši nego u II, što je inače i karakteristično za pitomu nanu (Telci i Sahbaz, 2005; Kassahun i sar., 2011; Azizi i sar., 2015). Takođe, u različitim godinama na istoj lokaciji se mogu postići različiti prinosi pri istovetnoj tehnologiji proizvodnje ukoliko se razlikuju meteorološki uslovi, što je potvrđeno i u našim ogledima. Razlike u prinosu između godina uvrđene su i u drugim istraživanjima (Kassahun i sar., 2011). Kassahun i sar. (2011) su utvrdili najviši prinos svežeg lista pitome nane ($10,0 \text{ t ha}^{-1}$) i etarskog ulja ($17,9 \text{ kg ha}^{-1}$) u prvoj žetvi, 120 dana nakon sadnje stolona. Takođe, istraživanja ukazuju na povećanje prinosa usled primene sintetičkih (Rohloff i sar., 2005) i organskih malčeva (Rohloff i sar., 2005; Shahriari i sar., 2013), što je potvrđeno i u našim istraživanjima, posebno u slučaju primene sintetičkih malčeva. Prema Stepanović i Radanović (2011), u konvencionalnom sistemu gajenja pitome nane u Srbiji prinos osušenog nadzemnog dela varira u proseku od 3 do 5 t ha^{-1} , dok je ostvareni prinos na sintetičkim folijama u našem ogledu iz 2016. godine bio iznad proseka; na agrotekstilnoj crnoj foliji $5,5 \text{ t ha}^{-1}$, a na sivoj $4,7 \text{ t ha}^{-1}$. U 2017. godini, prinosi su bili znatno niži u odnosu na 2016. godinu, a glavni razlog tome su bile izrazite suše tokom intenzivnog porasta pitome nane (Klimadijagram 3). Shahriari i sar. (2013) su utvrdili da prinos pitome nane gajene u sušnim predelima zavisi od količine padavina i navodnjavanja, jer biljke imaju veliku potrebu za vodom, kao i da se potrebe za navodnjavanjem drastično smanjuju pri upotrebi malča, obzirom da se na taj način čuva vlaga u površinskom sloju zemljišta. Slično, Mitchell i Yang (1998) su utvrdili da navodnjavanje zasada različitih vrsta roda *Mentha* dovodi do povećanja prinosa biomase i etarskog ulja. Tako su prinosi dobijeni u svim tretmanima sa primenom malčeva, u sušnoj (2017.) godini bili ispod proseka za konvencionalno gajenje ove biljne vrste (Stepanović i Radanović, 2011) ali i značajno viši u odnosu na kontrolu bez uklanjanja korova (Grafik 9). U obe godine, ukupan prinos je bio oko 3,3 puta veći u poređenju sa kontrolom u kojoj korovi nisu uklanjani. Odatle sledi opšti zaključak da su sintetičke folije prihvatljiva opcija za unapređenje proizvodnje pitome nane. Rezultati naših istraživanja se podudaraju sa rezultatima Awodoyin i sar. (2007) koji su dobili veći prinos paradajza korišćenjem sive folije u poređenju sa prinosom iz nezakorovljene kontrole. Iako je prinos pitome nane u tretmanima sa primenom organskih malčeva bio značajno manji nego u tretmanima sa sintetičkim malčevima i nezakorovljenoj kontroli, mala razlika je utvrđena između ova dva korišćena organska malča. U obe godine, prinosi pitome nane dobijeni primenom piljevine (2016: $2,8 \text{ t ha}^{-1}$; 2017: $1,5 \text{ t ha}^{-1}$) i borovih iglica (2016: $3,3 \text{ t ha}^{-1}$; 2017: $1,5 \text{ t ha}^{-1}$) bili su za oko 55% niži u poređenju sa nezakorovljenom kontrolom i za oko 35% viši od zakorovljene kontrole u 2016., dok je u 2017. prinos u K3 bio vrlo nizak ($0,1 \text{ t ha}^{-1}$) pa je samim tim prinos pitome nane bio viši za oko 90%. Primena malča od piljevine je uticala na povećanje prinosa nane u odnosu na zakorovljenu kontrolu, pri čemu je prinos za 30% viši nego u zakorovljenoj kontroli u I žetvi 2016., i za 25% viši u II žetvi.

Efekat malča od iglica bora takođe je bio pozitivan, i ostvareni su u I žetvi 2016. za oko 35% a u II žetvi za oko 45% viši prinosi u poređenju sa kontrolom gde korovi nisu uklanjani. Nakon primene organskih malčeva, utvrđeni su veći prinosi i poboljšanje uslova proizvodnje kako poljske (Ram i Kumar, 1997), tako i pitome nane (Matković i sar., 2016).

Udeo lista, cveta i stabla je bitan parametar u proizvodnji lekovitog bilja (Nastovski, 2005; Brar i sar., 2014). Kod pitome nane je posebno važan udeo lista u ukupnom prinosu s obzirom da je upravo list biljke u cvetu glavna sirovina u proizvodnji pitome nane (Darre i sar., 2004; Singh i Saini, 2008; Karkanis i sar., 2017), a u takvoj sirovini i sadržaj etarkog ulja (Aflatuni, 2005; Guenther, 1949). Pokazalo se da je količina lisne mase kod pitome nane u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem etarskog ulja (Brar i sar., 2014). U našim ogledima, malčevi su pozitivno uticali na prinos lista sa cvetom (Tabela 15). Dvogodišnja istraživanja su pokazala da je odnos S prema L+C bio bolji u 2017. godini iako je prinos zbog suše bio znatno manji. Ukoliko uporedimo odnos S : L+C između organskih i sintetičkih malčeva, nezavisno od žetvi, uvek je udeo L+C u odnosu na S u slučaju primene sintetičkih malčeva viši nego u slučaju primene organskih. Posebno je ovaj udeo bio veći na sivoj foliji. Izuzetak je odnos navedenih biljnih delova u tretmanu sa piljevinom u II žetvi u 2017. godini (S : L+C - 1 : 3). Razlog tome može biti to što su korovi između dve žetve bili znatno manje zastupljeni kao i to što se pinos pitome nane na piljevini nije razlikovao od prinosa na sintetičkim folijama u II žetvi 2017. Saglasno očekivanjima, odnos L+C i S je bio povoljniji u II žetvi jer je i zastupljenost korova bila niža. Aflatuni (2005) je utvrdio da je porast međurednog razmaka (sa 10, 20 i 30 cm x 50 cm) u pitomoj nani doveo do porasta odnosa L i S u korist većeg prinosa lista. Razlog tome može biti upravo to što su biljke tokom razvoja imale na raspolaganju više svetlosti. Brar i sar. (2014) ističu da nedovoljno svetlost dovodi do smanjenja lisne mase, s tim što su ovi autori pratili efekat odložene berbe kod poljske nane (*M. arvensis*) pretpostavljajući da se lisna masa smanjuje zbog žbunastog habitusa same biljke. Usled takvog habitusa do listova na donjim granama ne dolazi svetlost pri odloženoj berbi, što kasnije prouzrokuje njihovo venjenje i opadanje (Kassahun i sar., 2011), čime se ujedno menja i odnos lista i stabla u ukupnom prinosu. Takođe i Solomon i Beemnet (2011) su utvrdili trend smanjenja odnosa lista i stabla odlaganjem žetve kod divlje nane (*M. spicata*).

5. 3. 2. Kvalitet biljne sirovine

Sadržaj i hemijski kvalitet etarskog ulja pitome nane važni su parametri kvaliteta biljne sirovine. Literaturni navodi ukazuju da sadržaj ulja zavisi od prinosa biljne mase, tj da sa porastom prinosa raste i sadržaj ulja u njemu (Sharma i Tyagi, 1991; Rohloff i sar., 2005; Brar i sar., 2014). Saglasno tome, u našim istraživanjima sadržaj etarskog ulja pitome nane u 2016. godini je bio veći u odnosu na onaj iz 2017., kao što su i prinosi nane bili veći u 2016. godini u odnosu na 2017.

U tretmanima sa primenom malčeva opseg variranja sadržaja etarskog ulja gajene pitome nane u I žetvi 2016. godine varirao je od 3,0% do 3,25%, a u 2017. godini od 3,13% do 4,13%. Sadržaji ulja odgovaraju kriterijumima istaknutim u WHO monografiji (Anonymus, 2010) i Evropskoj Farmakopeji (Ph. Eur 3.). Primena malčeva je uticala na sadržaj ulja tako što je najviši sadržaj u I žetvi u 2016. godini bio zabeležen na sivo-crnoj sintetičkoj foliji, a u 2017. godini na malču od borovih iglica, dok je u II žetvi, najviši sadržaj ulja u obe godine bio na sivoj sintetičkoj foliji. I rezultati drugih istraživača potvrđuju efekat malčeva na sadržaj etarskog ulja pitome nane (Shahriari, 2011; Shahriari i sar., 2013; Azizi i sar., 2015), što je zabeleženo i kod poljske nane (Brar i sar., 2014; Brar, 2018). Organski malč od kore drveta i sintetička crna folije pozitivno utiču na sadržaj ulja pitome nane, pri čemu se izraženije delovanje ispoljilo pri primeni organskog malča (Shahriari i sar., 2013; Azizi i sar., 2015). Nasuprot ovim istraživanjima, a slično našim, Shahriari i sar. (2011) nisu utvrdili pozitivan efekat crne sintetičke folije i organskog malča od kore drveta na sadržaj ulja pitome nane. Azizi sa sar. (2015) su utvrdili viši sadržaj ulja u I žetvi, što je bilo kao i u našem istraživanju u 2017. godini. Razlog tome su nepovoljne vremenske prilike (izrazita suša) tokom 2017. godine. Takođe, istraživanja Azizi i sar. (2015) su sprovedena u agroekološkim uslovima Irana u kojima visoke temperature u gajenju pitome nane podrazumevaju navodnjavanje.

Inače, istraživači koji su ispitivali uticaj malčeva na sadržaj etarskog ulja pitome nane nedvosmisleno potvrđuju da je sadržaj ulja najniži u zakorovljenoj kontroli (Shahriari i sar., 2013; Azizi i sar., 2015), što je potvrđeno i u našim, dvogodišnjim istraživanjima. Izuzetak je II žetva 2017., gde je najniži sadržaj ulja zabeležen na piljevini mada prosečna vrednost nije odstupala od zakorovljene kontrole. Redukcija sadržaja ulja u zakorovljenoj kontroli u odnosu na sadržaj u nezakorovljenoj kontroli u 2016. godini, u I žetvi je bila 13,2% a u II žetvi 10,6%, dok je u 2017., u I žetvi bila 26,3% a u II žetvi 21,7%. Slično, ali u slučaju poljske nane, Kothari i sar. (1991) su utvrdili znatno veću redukciju sadržaja ulja (u I žetvi 74,4% i u II 70,0%) pod uticajem korova, kao i Singh i Saini (2008) kod kojih je redukcija bila 35,7%. Svakako, primena malčeva usled toga što redukuje zakorovljenost dovela je do povećanja etarskog ulja u odnosu na zakorovljenu kontrolu. Suprotno navedenom, korovi mogu uticati na povećanje sadržaja etarskog ulja obzirom da stvaraju uslove koji su stresni za gajenu biljku (Carruba, 2017). Singh i Saini (2008) su utvrdili za 12,3% viši sadržaj etarskog ulja kod vrsta iz roda *Mentha* u prisustvu korova ali su prinosi gajene biljke bili drastično niži, što u krajnjem ishodu za posledicu ima niže prinose i biljne sirovine i etarskog ulja. Sarrou i sar (2016) su utvrdili da nema razlike u sadržaju ulja između bosiljka gajenog bez uklanjanja korova i gajenog uz primenu malčeva. Dobijene rezultate su obrazložili time da je biljka ubrzala stvaranje sekundarnih metabolita kako bi opstala u borbi sa korovima.

Za ocenu kvaliteta etarskog ulja pitome nane gajene u našim ogledima izdvojeno je ukupno osam najzastupljenijih komponenti: mentol, menton, mentofuran, 1,8-cineol, pulegon, mentil acetat, β -kariofilen i limonen). Od navedenih komponenti, opseg variranja za sedam komponenti (sve osim 1,8-cineola) je preciziran ISO standardom koji propisuje kvalitet ovog ulja (ISO 856: 2006) dok WHO monografija (Anonymus, 2010) od navedenih precizirano propisuje sledećih šest: mentol, menton, 1,8-cineol, limonen i mentofuran.

Tasić i Krivokuća-Đokić (1998) kao ključne za ocenu komercijalnog kvaliteta ulja pitome nane izdvajaju samo četiri komponente (mentol, menton, mentofuran i mentil acetat) i ističu da se smatra da je ovo ulje dobrog kvaliteta ukoliko ima minimum 40% mentola, maximum 3% mentofurana i 5 – 8% mentil acetata ali da je sam miris ulja jako važan. S tim u vezi, u našem istraživanju u II žetvi 2017., u svim tretmanima sa primenom malčeva (osim u tretmanu sa borovim iglicama), sadržaj najzastupljenije komponente, mentola je bio iznad 40%, dok je u obe žetve 2016., kao i u I žetvi 2017. sadržaj ove komponente bio ispod 40%. Zatim se može konstatovati da je primena malča uticala na odstupanje sadržaja mentola od preporuka za kvalitet ulja pitome nane gajene u agroekološkim uslovima južnog Banata (Tasić i Krivokuća-Djokić, 1998).

Što se tiče prethodno već pomenuta dva međunarodna propisa (ISO 856: 2006 i WHO monografija) koji definišu opseg variranja karakterističnih komponenti prisutnih u etarskom ulju pitome nane, u tretmanima sa primenom malčeva u 2016. godini, opseg variranja mentola je bio od 26,9% do 34,3%, dok je u kontrolama bio nešto viši (37,1% u K3 i 35,3% u K1), a u tretmanima u 2017., opseg variranja je bio od 28,3% do 43,7% a u kontrolama je ponovo bio nešto viši (41,3% u K3 i 32,6% u K1). Ipak, ne može da se zanemari činjenica da je sadržaj mentola uglavnom bio bliži donjim granicama oba propisa (30 – 55% WHO monografija, odnosno 32 – 49% ISO 856), a često i ispod granice (u svim tretmanima II žetve 2016., i u tretmanu sa piljevinom u I žetvi 2017.)

Opseg variranja sadržaja mentona u etarskom ulju pitome nane, u svim tretmanima u II žetvi 2016., bio je od 31,8 - 36,1%, što je bilo iznad sadržaja mentola (26,9 - 29,7%). Takođe, sadržaj mentona je bio u skladu sa oba propisa (14-32% WHO monografija, odnosno 13 - 28% ISO 856), izuzev u već pomenutoj II žetvi 2016., gde je u svim tretmanima sa malčevima bio iznad propisa ISO standarda, kao i u tretmanu sa borovim iglicama (28,7%) i sa sintetičkom agrotekstilnom crnom folijom (30,3%) u I žetvi 2017., gde je bio iznad gornje granice. Ipak, u II žetvi 2017., u tretmanima sa malčevima, sadržaj mentona bio je ispod propisane granice, dok je sadržaj mentola bio iznad. Saglasno navedenim međunarodnim propisima koji se odnose na hemijski kvalitet etarskog ulja pitome nane, rezultati istraživanja u nekim drugim zemljama nedvosmisleno ukazuju da su glavne komponente ulja nane mentol i menton, pri čemu bi sadržaj mentola trebalo da bude viši od sadržaja mentona.

Ipak, neka istraživanja ukazuju da sadržaj mentona ponekad može biti i iznad sadržaja mentola. Naime, u ulju pitome nane gajene u Turskoj sadržaj mentona je bio 44,1% a mentola 29,5% (Andoğan i sar., 2002), dok je u ulju iz Maroka sadržaj mentona bio 29,0% a mentola 5,6% (Derwich i sar., 2010). U našim istraživanjima, prosečne vrednosti sadržaja mentola su bile veće u I nego u II žetvi 2016. godine, dok je kod mentona bilo upravo obrnuto (Tabela 23 i 25). Negativna korelacija između sadržaja ove dve komponente je utvrđena i u drugim istraživanjima koja su se bavila hemijskim kvalitetom etarskog ulja pitome nane, gajene kako u našem podneblju (Dražić i Ristić, 2000) tako i u drugačijim agroekološkim uslovima (Andoğan i sar., 2002; Derwich i sar., 2010). Suprotno, ako uporedimo prosečan sadržaj mentola i mentona u našim istraživanjima iz 2017. godine, sadržaj mentola je uvek bio veći od mentona, s tim što je razlika bila izraženija u II žetvi u odnosu na I žetvu (Tabela 24 i 26), izuzev tretmana sa borovim iglicama u I žetvi, gde su sadržaji pomenute dve komponente bili izjednačeni. Slično, i Radanović i sar. (1999) su dobili viši sadržaj mentola (I žetva: 33,8%; II žetva: 37,8%) od mentona (I žetva: 27,8%; II žetva: 8,1%) u obe žetve, a takođe je bila utvrđena i veća razlika između ove dve komponente u II u odnosu na I žetvu.

Nasuprot našim istraživanjima, postoje istraživanja u kojima je ispitivan uticaj malčeva na sadržaj etarskog ulja pitome nane ali nije praćen uticaj na njegov hemijski sastav (Shahriari i sar., 2011; Shahriari i sar., 2013; Azizi i sar., 2015). Što se tiče uticaja na pojedinačne komponente u ulju pitome nane, u našem istraživanjima malčevi nisu uticali na sadržaj mentola ali jesu na sadržaj mentona, dok je efekat malča na ostale zastupljenije komponente ulja bio raznolik. Nasuprot našim istraživanjima, pri korišćenju organskog malča od šećerne trske u poljskoj nani je utvrđeno povećanje sadržaja mentola u obe žetve (Ram i sar., 2006; Saxena i Singh, 1995). Kako na hemijski sastav ulja utiče i lokalitet na kom se biljke gaje (Derwich i sar., 2010), ne čudi podatak da je sličan hemijski sastav ulja dobijen iz pitome nane gajene na istom lokalitetu gde je gajena i pitoma nana u našem istraživanju. Tako, kod Tasića i Krivokuće-Đokić (1998) sadržaj mentola je bio 36,4% a mentona 12,3% a kod Dražića i Ristića (2000) sadržaj mentola je bio 39,3% a mentona 15,2%. Slično rezultatima iz naših istraživanja iz 2017. godine, gde je u II žetvi sadržaj mentola u tretmanima sa primenom malča varirao u opsegu 39,7 - 43,7%, a u I žetvi bio niži i varirao je u opsegu od 28,3 - 32,5%, u istraživanju Radanovića i sar. (1999), sadržaj mentola u II žetvi bio je veći (37,8%) od onoga u I žetvi (33,8%). Nasuprot tome, u 2016. godini veće vrednosti sadržaja mentola su utvrđene u tretmanima sa primenom malča u I žetvi (32,7 - 34,3%) u poređenju sa onima iz II žetve (26,9 - 29,5%). Sve u svemu, razlike u rezultatima između dve proizvodne godine mogu se pripisati razlikama u meteorološkim prilikama u date dve godine, o čemu je već bilo reči, a do sličnih zaključaka su došli i drugi istraživači koji su proučavali upravo uticaj godine na hemijski sastav ulja pitome nane (Radanović i sar., 1999; Dražić i Ristić, 2000).

Što se tiče sadržaja ostalih šest najzastupljenijih komponenti ulja, koje su izdvojene iz pitome nane u našim istraživanjima, dokazano je da su u I žetvi malčevi ispoljili uticaj na njihov sadržaj u poređenju sa zakorovljenom kontrolom. Primena sintetičke folije dovela je do povećanja sadržaja mentofurana i pulegona u etarskom ulju u obe proizvodne godine (Tabela 23 i 24), kao i limonena u 2017. godini (Tabela 24). Primena agrotekstilne crne folije rezultirala je smanjenjem sadržaja 1,8 - cineola i limonena u etarskom ulju iz 2016., dok je primena sivo-crne folije rezultirala smanjenjem sadržaja β -kariofilena u 2017. Sadržaj mentofurana i pulegona je značajno povećan i u slučaju primene organskih malčeva u 2017., dok je u istoj proizvodnoj godini primena malča od borovih iglica rezultirala povećanjem sadržajima 1,8 - cineola i limonena (Tabela 24). Slično našim rezultatima, i Radanović i sar. (1999) su utvrdili visok nivo zastupljenosti mentofurana (I žetva: 10,8%; II žetva: 17,4%) u ulju pitome nane iste sorte, pri čemu je taj nivo bio iznad granica pomenutih međunarodnih propisa. Takođe, Piccaglia i sar. (1993) su utvrdili visok sadržaj mentofurana (21,3%) u ulju iz kasne II žetve. Nasuprot pomenutim visokim sadržajima mentofurana u ulju pitome nane, Tasić i Krivokuća-Đokić (1998) su utvrdili nizak sadržaj ove komponente (3,7%) u ulju iste sorte gajene na istom lokalitetu na kome su realizovani ogledi za potrebe ove disertacije.

Primena organskih malčeva dovela je do smanjenja nekih komponenti ulja nane u I žetvi 2016. godine. Tako je malč od iglica umanjio sadržaj mentil acetata, što je potvrđeno i u istraživanju Radanović i sar. (1999) u kome je učešće metil acetata u ulju iz I žetve bilo na sličnom nivou kao i u našim istraživanjima (3,7%) (Tabela 23). Opseg variranja mentil acetata u II žetvi pitome nane u 2017. godini (14,2 - 13,1%) je bio viši nego što je propisano ISO standardom (2 - 8%), slično kao i kod drugih autora (Piccaglia i sar., 1993; Radanović i sar., 1999). Radanović i sar. (1999) su u II žetvi utvrdili skoro duplo viši sadržaj mentil acetata (22,6%) u odnosu na naše rezultate. Prema WHO monografiji (Anonymus, 2010) i ISO standardu (ISO 856: 2006), u obe žetve obe godine samo su β -kariofilen i limonen komponente koje su bile u dozvoljenom opsegu variranja, dok je mentofuran bio iznad granice (ali samo u 2017.) a 1,8 - cineol ispod granice. Sličan, ali nešto niži sadržaj 1,8 - cineola (5,6%) utvrdili su i Soković i sar. (2009). Opseg variranja pulegona prema ISO 856 je od 0,5 - 3%. U poređenju sa tim, u našim istraživanjima su u ulju pitome nane gajene uz primenu malčeva, u I žetvi 2016. godine dobijene više od propisanih vrednosti (6,5 - 7,2%) ,dok su u II žetvi 2017. dobijene vrednosti niže od propisanih (0,1 - 0,5%).

5. 3. 3. Relativni sadržaj hlorofila u listu

Intenzitet ozelenelosti (zelene boje) listova ukazuje na sadržaj hlorofila u listu (Ngouajio i sar., 2008). Suv list pitome nane (*Mentha piperita folium*) se u WHO monografiji (Anonymus, 2010) opisuje kao komercijalni preparat koji može biti zelene do zelenosmeđe boje, u odnosu na zahteve tržišta. Na intenzitet ozelenelosti listova mogu da utiču korovi (Karkanis i sar., 2017), pa je i ovaj parametar meren u našem radu kao dopunski pokazatelj kvaliteta. Karkanis i saradnici (2017) su utvrdili da se sa porastom broja i biomase korova smanjio relativni sadržaj hlorofila u listu, što je potvrđeno i u našem radu gde je najveća redukcija relativnog sadržaja hlorofila zabeležena u kontroli gde korovi nisu uklanjani (Grafik 11). U odnosu na ovu kontrolu, svi korišćeni malčevi su u obe godine i obe žetve imali blagu redukciju sadržaja hlorofila u listu pitome nane, usled toga što su smanjili zakorovljenost. Redukcija u tretmanima sa primenom malča je bila manja nego redukcija koju su prouzrokovali korovi u zakorovljenoj kontroli. Najmanja redukcija sadržaja hlorofila je zabeležena pri korišćenju sintetičkih malčeva i organskog T10, što je potvrđeno i od strane drugih autora (Kaya i sar., 2005; Ghosh i sar., 2006; Ashrafuzzaman i sar., 2011; Jasim i sar., 2013). U odnosu na kontrolu gde su korovi redovno uklanjani, primenjeni malčevi su uglavnom doveli do blage redukciju u sadržaju hlorofila u obe godine (0,5% (T5) do 6,5% (T10)), osim u I žetvi 2017. kada su sintetički malčevi i iglice bora ispoljile blagi stimulatívni efekat, gde je sadržaj hlorofila bio veći za 0,3% u T5, 1,9% u T3 i 3,3% u T10 nego u K1 (Grafik 11). Slično tome, Ashrafuzzaman i sar. (2011) su utvrdili stimulatívni efekat PE crne folije na ukupni sadržaj hlorofila, koja je dovela do uvećanja njegovog sadržaja za 31,2% u odnosu na sadržaj u listovima biljaka koje su gajenje na zemljištu na kome nije bilo primene malčeva, dok su Jasim i sar. (2013) su utvrdili uvećanje sadržaja hlorofila za 41,2% pod uticajem iste folije. Ghosh i sar. (2006) su ustanovili da je sadržaj hlorofila u listovima biljaka gajenih na PE crnoj foliji takođe bio znatno viši. Nasuprot tome, u našem radu u II žetvi u obe godine, efekat piljevine na relativni sadržaj hlorofila u listu nije potvrđen. Izuzetak je II žetva 2017. godine kaga su vrednosti RSH biljaka gajenih na piljevini bile niže i od vrednosti u K3 (T8 - 87,7% i K3 - 87,9%). Razlog može biti kretanje organskih materija i azotnih jedinjenja u zemljištu, koja dovode do toga da određena vrsta malčeva, kao što je malč od kore, smanjuje RSH (Pole i sar., 2017). Do ove pojave dolazi usled toga što malč od kore u prvoj godini nakon postavljanja izaziva imobilizaciju azota, odnosno dolazi do pretvaranja neogranskog azota u oganski koji u tom obliku nije dostupan biljkama (Pole i sar., 2017). Raspadanjem organskih malčeva može doći do oslobađanja azota koji je dostupan biljkama u kasnijim godinama pri postavljanju organskih malčeva na istom lokalitetu, pa zbog toga može doći i do povećanja RSH (Pole i sar., 2017). Pored toga, Kaya i sar. (2005) ističu da prihrana azotom pri primeni malča dovodi do povećanja RSH u listu, pa se prema tome u procesu proizvodnje pitome nane preporučuje navodnjavanje i prihrana azotom ukoliko se za suzbijanje korova primenjuju malčevi.

5. 3. 4. Prinos stolona

Stolone su vegetativni organi pitome nane, koji se u konvencionalnom gajenju koriste za reprodukciju zbog velike varijabilnosti i degeneracije do kojih može doći ako bi se ova biljna vrsta gajila iz semena. S obzirom da se stolone koriste u zasnivanju novih zasada pitome nane, njihov prinos i kvalitet su jako bitni. Prema istraživanju Stepanović i Radanović (2011) najkvalitetnijim se smatraju stolone iz jednogodišnjeg zasada. Dokazano je da primena malčeva utiče na održavanje temperature i vlažnosti zemljišta koje pogoduju nicanju i razvoju rizoma i stolona pitome nane (Singht, 2003), što je potvrđeno i u našim istraživanjima, gde su malčevi doveli do povećanja prinosa stolona u odnosu na zakorovljenu kontrolu (Grafik 12). Prema našim saznanjima, u literaturi nema podataka o uticaju različitih vrsta malčeva na prinos i razvoj stolona pitome nane. Prinos stolona u konvencionalnom modelu gajenja varira od 5 do 10 t ha⁻¹, a za sadnju je potrebno 1,5 t ha⁻¹ (Stepanović i Radanović, 2011). Uzgajanje pitome nane pri korišćenju alternativnih metoda suzbijanja korova u vidu malčeva, prihvatljivih i u organskoj proizvodnji (Bond i Grundy, 2001), u 2016. godini je obezbedilo prinos stolona koji ulazi u opseg variranja prinosa stolona pri konvencionalnom modelu gajenja (Stepanović i Radanović, 2011). Najviši prinos u pomenutoj godini je dobijen pri primeni organskog malča od borovih iglica (8,8 t ha⁻¹) i sintetičke sivo-crne folije (7,5 t ha⁻¹) (Grafik 12). Isti trend po pitanju prinosa postignut je i u 2017. godini, na borovim iglicama (1,8 t ha⁻¹) i na sivo-crnoj foliji (1,8 t ha⁻¹), s tim što je u sušnoj 2017. (Klimadijagram 3) prinos bio trostruko odnosno četvorostruko niži u odnosu na 2016. godinu (Grafik 12). U obe proizvodne godine, rezultati dobijeni korišćenjem ova dva malča se nisu razlikovali od nezakorovljene kontrole K1.

Stolone se razvijaju u površinskom sloju zemljišta (5-10 cm) te se može očekivati da na njih utiču faktori spoljašnje sredine, posebno temperaturni ekstremi. Slično rezultatima iz naših istraživanja u kojima su povišene temperature dovele do redukcije stolona pitome nane, Duriyaprapan sa sar. (1986) su utvrdili da visoke dnevne temperature (30°C) redukuju prinos stolona poljske nane. S druge strane, na pomenutoj dubini zemljišta, temperature ispod -10°C dovode do izmrzavanja stolona pitome nane (Stepanović i Radanović, 2011). Pored temperatura, Khorasaninejad sa sar. (2010) su ustanovili da na razvoj i dužinu stolona pitome nane negativno utiče i povišen salinitet zemljišta, dok Edwards i sar. (1999) ističu da rđa pitome nane umanjuje i broj stolona. Pored negativnih uticaja na stolone, plitka obrada zemljišta motikom, prihrana zemljišta azotom i navodnjavanje po potrebi dovode do brze regeneracije stolona pitome nane u periodu nakon I žetve (Hoppe, 2009). Ukoliko se pitoma nana gaji radi proizvodnje sadnog materijala, preporučuju se pored osnovnih i posebne agrotehničke mere kao što su prostorna izolacija i veći međuredni prostor kako bi se omogućilo mehanizovano uklanjanje korova, ali i veći prostor za razvoj stolona (Dražić, 1998).

5. 4. Efekat malčeva na zemljište

5. 4. 1. Temperatura

Malčevi dovodi do promena temperature zemljišta, kao i do smanjenja naglih promena temperature u oraničnom sloju (Munn, 1992; Teasdale i Mohler, 1993; Awodoyin i sar., 2007; Skroch i sar., 2009; Dhawan i sar., 2013; Splawski i sar., 2016). Li i sar. (2016) su utvrdili da malč štiti zemljišnu mikrofloru, čime se podiže biogenost i poboljšava struktura zemljišta, a samim tim stvaraju se povoljniji uslovi za razvoj korenovog sistema, što posebno pogoduje pitomjoj nani i razvoju stolona. Dell (2005) je utvrdio da malčevi štite površinski sloj zemljišta od izmrzavanja, te na taj način štite i stolone u zimskom periodu.

Generalno, trend promena temperature zemljišta pratio je temperature vazduha (Grafik 13 – 16, Klimadijagram 2 i 3), što je potvrđeno i u radu Awodoyin i sar. (2007). Veće promene dogodile su se na manjoj dubini (5 cm), što su utvrdili i drugi autori (Ponjičan i Bajkin, 2005; Ramakrishna i sar., 2006; Awodoyin i sar., 2007; Splawski i sar., 2016).

U površinskom sloju (5 cm) je utvrdjen značajan uticaj malčeva na temperaturu zemljišta i to pretežno u periodu april, maj i početak juna 2016. godine, dok su u 2017. godini malčevi uticali na sporije zagrevanje ovog sloja zemljišta tokom celog posmatranog perioda. Sve do kraja aprila temperature površinskog sloja (5 cm) zemljišta ispod malčeva su zaostajale za temperaturama na kontrolnim tretmanima dok na većoj dubini takav trend nije konstatovan. Najniža temperatura zemljišta, naročito u površinskom delu (5 cm), utvrđena je na zakorovljenoj kontroli i to u periodu krajem maja i u junu kad su korovi bili dovoljno veliki da pokriju površinu zemljišta i spreče dopiranje sunčevih zraka do nje, što su potvrdili Awodoyin i sar. (2007) koji su utvrdili nižu temperaturu zemljišta na zakorovljenoj površini na dubini od 5 i 15 cm u odnosu na površinu sa PE sivo – crnom folijom. U kasnijem periodu (juli i avgust) dostignuti nivo temperature zemljišta bio je sličan na svim tretmanima sa primenom malčeva (Grafik 13 i 14), naročito na dubini 15 cm. Tretman koji se u 2016. godini izdvojio po višoj temperaturi je tretman sa PE sivo-crnim folijom, koja je uglavnom uticala na to da temperatura u ovom tretmanu bude slična kao u nezakorovljenoj kontroli K1. Awodoyin i sar. (2007) su takođe koristili PE sivo-crnu foliju i utvrdili da su na dubini od 5 cm temperature bile veće za 4,9°C, dok su na dubini od 15 cm bile više za 2,6°C u odnosu na nezakorovljenu kontrolu. Ponjičan i Bajkin (2005) su utvrdili uvećanje temperature zemljišta za 2,6°C u odnosu na zemljište koje nije pokriveno malčem na dubini od 10 cm pri korišćenju PE sive folije koja je bila za 3 µm tanja od folije iste boje u našem radu. Debljina i boja folije utiču na temperaturne promene u površinskim slojevima zemljišta, pa su tako Ponjičan i Bajkin (2005) utvrdili da je PE crna folija (debljine 30 µm) dovela do uvećanja temperature za 3,4°C na dubini od 10 cm u odnosu na nepokriveno zemljište, dok su Skroch i sar. (1992) utvrdili da je ista folija, koja je bila debljine 6 mm, uvećala površinsku temperaturu zemljišta za 0,8°C. U našem radu, agrotekstilna crna folija bila je po uticaju na temperaturu zemljišta na sredini između preostala tri malča (PE sivo-crne folije i 2 organka malča). Organski malčevi (piljevina i iglice bora) uticali su na sporije zagrevanje zemljišta i uslovili nešto niže temperature na obe posmatrane dubine u odnosu na kontrole i folije tokom celog trajanja ogleđa u obe godine (Grafik 13 - 16). Tako je zabeležena i najveća temperaturna razlika između vrednosti izmerenih ispod organskog malča od iglica bora i K1 (3,1°C) na dubini od 15 cm i to u junu 2016. i u julu 2017. godine. Na istoj dubini, velika razlika između malča od iglica bora i kontrole sa korovima (2,0°C) je zabeležena takođe u julu 2017. godine. Slično, Awodoyin i sar. (2007) su najveću temperaturnu razliku (od 0,9°C) zabeležili između organskog malča (kore tikovine) i zakorovljene kontrole na dubini od 15 cm, pri čemu je temperatura ispod kore tikovine bila veća.

Meteorološki posmatrano, može se reći da je temperatura površinskog sloja zemljišta u dve godine sa identičnim temperaturnim režimom bila različita usled različite količine padavina u vegetacionom periodu. Naime, u sušnijoj godini (2017) sa oko 130 mm padavina u periodu od kraja juna do septembra, dostignuti nivo temperatura u površinskom sloju zemljišta (5 cm) bio je značajno viši nego u 2016. godini, u kojoj je bilo više letnjih padavina (Grafikoni 13 - 16). Iz ovoga se može zaključiti da je vlaga zemljišta važan činilac temperaturnog režima površinskog sloja zemljišta, kako u prirodnim uslovima tako i pod različitim vrstama malčeva.

5. 4. 2. Reakcija zemljišta (pH)

Mnogi autori su utvrdili promene hemijske (pH) reakcije zemljišta nakon korišćenja malča (Billeaud i Zajicek, 1989; Duryea i sar., 1999; Chan i sar., 2010; Alharbi, 2015; Sharma i Bhardway, 2017; Wang i sar., 2017). U našem radu, 2016. godine, utvrđena je smjena aktivne kiselosti zemljišta koja je zabeležena samo u slučaju primene PE sivo-crne folije, pri čemu je aktivna kiselost bila veća na većoj dubini (na dubini od 0 – 5 cm: 6,3 i od 10 – 15 cm: 6,6) (Grafik 17). Kao razlog za promenu pH vrednosti ispod PE folija, Sharma i Bhardway (2017) navode bržu razgradnju organskih ostataka, čime se povećava količina organskih kiselina što dovodi do nižih pH vrednosti zemljišta. Wang i sar. (2017) utvrdili da nakon pet godina uzastopne primene PE folije dolazi do smanjenja pH vrednosti za 0,4 na dubini do 15 cm, što je slično našim rezultatima. Alharbi (2015) je utvrdio da su veće promene pH vrednosti zabeležene

u površinskom sloju zemljišta od 0 do 30 cm dubine, nego u dubljim slojevima, zbog čega je u našem radu i praćena pH reakcija zemljišta samo u površinskom sloju i to do 15 cm. Razlog praćenja promena na ovoj dubini je i plitak korenov sistem i razvoj stolona pitome nane u navedenom sloju. U 2017. godini, pH vrednost na različitim dubinama ispod PE sivo-crne folije različito se menjala, pa je tako vrednost pH/H₂O zemljišta na dubini 0 – 5 cm bila 5,6, a na dubini 5 – 10 cm, kao i 10 – 15 cm značajno viša (6,2 i 6,3, redom) (Grafik 20). Nasuprot našim rezultatima, Tindall i sar. (1991) ističu da nije došlo do promene pH pri primeni PE folije. U našem radu organski malčevi nisu uticali na promene pH vrednosti, dok su suprotno našim rezultatima Duryea i sar. (1999) utvrdili smanjenje pH vrednosti zemljišta (za 0,6) pod uticajem malča od iglica bora.

Generalno, u preliminarnim istraživanjima svih 14 malčeva (5 sintetičkih i 9 organskih) (Tabela 6), osim komposta, su pokazali pozitivan efekat na suzbijanje korova i prinos pitome nane, pri čemu je njihov efekat bio bolji u varijanti kada su u zoni reda korovi mehanički uklanjani. To ukazuje da se pri jesenjoj sadnji pitome nane zona reda (u kojoj niče pitoma nana) mora opleviti bar dva puta u toku proleća. U odnosu na suzbijanje korova (Grafik 2), pozitivan efekat na prinos pitome nane zasnovane u jesenjem roku (Grafik 4 i 6), kao i dostupnost malča na tržištu, izdvajaju se dva sintetička malča, sivo-crna i agrotetilna crna folija, dok su dva najefikasnija od organskih bila piljevina bagrema i iglice crnog bora, u klimatskim uslovima južnog Banata, u uslovima suvog ratarenja.

U odnosu na većinu kriterijuma koji su ključni za gajenje pitome nane na lokalitetu južnog Banata i na lokalitetima sličnih agroekoloških uslova, kao najpodesniji malčevi za suzbijanje korova su se izdvojili sintetički malčevi (PE sivo-crna folija i agrotekstilna crna folija). Ovi malčevi su u potpunosti suzbili korove (Grafik 8), pri čemu je postignut prinos bio na nivou prinosa ostvarenog u nezakorovljenoj kontroli (Grafik 9). Ukupan broj korovskih vrsta i njihova biomasa je bila umanjena i pri korišćenju organskih malčeva (bagremova piljevina i iglice crnog bora) u odnosu na nezakorovljenu kontrolu (Tabela 11 i 12). Svakako, zastupljenost korovskih vrsta, eksperimentalna godina i vreme ocene su uticale na brojnost i biomasu korova, a probijanje korova kroz organski malč se može regulisati povećanjem debljine malča (Arentoft i sar., 2013; Pakdel i sar., 2013). U pogledu zakorovljenosti, značajno veći broj i ukupna biomasa korova su zabeleženi u prvoj oceni u odnosu na drugu (Tabela 11 i 12), a kao najbrojnija vrsta izdvojila se *Avena fatua* (Tabela 11), dobro poznata kao uzrok gubitaka prinosa u mnogim usevima/zasadima (Jäck i sar., 2017). Stougaard (1997) je utvrdio i negativnu korelaciju između biomase *A. fatua* i prinosa pitome nane, pa je suzbijanje samo ove vrste postignuto primenom sintetičke folije već može smatrati značajnim doprinosom uspešnijem gajenju pitome nane. Iako je efikasnost organskih malčeva u suzbijanju korova bila znatno niža od efikasnosti sintetičkih, prinosi u tretmanima sa primenom ovih malčeva su bili značajno viši nego u zakorovljenoj kontroli, ali i značajno niži od prinosa dobijenih u nezakorovljenoj kontroli (Grafik 9).

Bitan parametar kvaliteta proizvedene biljne droge pitome nane je udeo lista sa cvetom u prinosu, gde je najbolji odnos lista sa cvetom i stabla takođe ostvaren na sintetičkim folijama (Tabela 15; Grafik 10). Kao dodatni parametar kvaliteta lisne mase, praćen je i sadržaj hlorofila odnosno njegova redukcija, gde je opet najmanja redukcija zabeležena u tretmanima sa sintetičkim folijama i organskim malčem od iglica bora (Grafik 11). Ukoliko se pitoma nana gaji zbog etarskog ulja, najbolji rezultati su tajkođe ostvareni na sintetičkoj sivo-crnoj foliji (Tabela 17). Ova folija je pogodovala i razvoju reproduktivnih organa (stolona) pitome nane, čiji prinos u ovom tretmanu je bio na nivou prinosa u nezakorovljenoj kontroli, s tim što je prinos stolona bio istovetan i pri primeni malča od iglica bora (Grafik 12).

U pogledu uticaja malčeva na zemljište u površinskom sloju (5 cm), malčevi su uticali na promenu temperature tako što su doveli do sporijeg zagrevanja ovog sloja zemljišta, u periodu april-početak juna 2016. (Grafik 13), dok su u 2017. malčevi uticali tokom celog posmatranog perioda (Grafik 15). Na ovaj sloj zemljišta je uticala i vlaga, obzirom da malčevi zadržavaju vlagu i da je u posmatranom periodu znatno veća količina padavina zabeležena u 2016. nego u 2017. godini (Klimadijagram 2 i 3) a niže temperature zabeležene u 2016. nego u 2017. godini (Grafik 13 - 16). U aprilu, malčevi su odložili zagrevanje ovog sloja u odnosu na kontrole, dok su od maja folije zagrevale površinski sloj zemljišta a

temperature bile kao u nezakorovljenoj kontroli. Na većoj dubini zemljišta (15 cm) utvrđen je isti trend promena temperatura, odnosno više vrednosti su zabeležene ispod sintetičkih a niže ispod organskih malčeva.

Pod uticajem primenjenih malčeva (Grafik 17 – 20) pH reakcija zemljišta se generalno slabo menjala, što je verovatno posledica kratkog vremenskog perioda od njihove primene do očitavanja pH (samo 6 - 7 meseci), kao i moćnog adsorptivnim kompleksom zemljišta u kome je sadržaj gline 38% (Tabela 2). Opravdano je pretpostaviti da bi pri dužem periodu korišćenja malčeva (više godina) njihov uticaj na pH bio mnogo veći, što potvrđuju i podaci iz literature (Wang i sar., 2017). Takođe, sa porastom debljine organskog malča (5, 10 i 15 cm) mogao bi se očekivati pad pH vrednosti površinskog sloja zemljišta (Alharbi, 2015).

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata istraživanja prikazanih u ovoj disertaciji može se zaključiti sledeće:

- Zahvaljujući efikasnosti u suzbijanju korova i pozitivnim efektima na prinos pitome nane, pojedini malčevi se mogu preporučiti za primenu u proizvodnji pitome nane.
- Sintetički (PE sivo-crna folija i agrotekstilna crna folija) i organski (piljevina bagrema i iglice crnog bora) malčevi utiču na smanjenje zakorovljenosti pitome nane, odnosno smanjuju brojnost i biomasu zastupljenih korovskih vrsta, a samim tim i ukupnu biomasu korova. Ipak, najbolji efekat ispoljavaju sintetičke folije (100% redukcije), dok je efekat organskih malčeva znatno slabiji (redukcija ukupne biomase korova varirala je od 28,9 - 81,8%). Malčevi postižu bolju redukciju u II oceni (piljevina bagrema u 2016.: 64,5%, u 2017.: 81,8%, i iglice crnog bora u 2016.: 48,4%, u 2017.: 78,8%) u odnosu na I ocenu (piljevina bagrema u 2016.: 30,9%, u 2017.: 41,2%, i iglice crnog bora u 2016.: 28,9%, u 2017.: 30,4%).
- Za suzbijanje korova u pitomoj nani koja se zasniva u jesenjem roku, u klimatskim uslovima južnog Banata, u uslovima suvog ratarenja, najbolji efekat u suzbijanju korova ispoljavaju sintetički malčevi, na kojima se ostvaruje najviši prinos (agrotekstilna crna folija (2016: 5,5 t ha⁻¹; 2017: 2,0 t ha⁻¹) i PE sivo-crna folija (2016: 4,7 t ha⁻¹; 2017: 2,1 t ha⁻¹)), a koji je na nivou prinosa u nezakorovljenom zasadu pitome nane (2016: 6,7 t ha⁻¹; 2017: 2,5 t ha⁻¹). Iako je efikasnost oba sintetička malča u suzbijanju korova ista, njihov efekat na prinos nane se razlikuje i viši je na agrotekstilnoj crnoj foliji. Organski malčevi ispoljavaju znatno manji efekat na suzbijanje korova od sintetičkih, što se negativno odražava i na prinos pitome nane. Iako se u uslovima njihove primene postiže znatno bolji prinos (piljevina - 2016.: 2,8 t ha⁻¹, u 2017.: 1,5 t ha⁻¹; borove iglice - 2016.: 3,3 t ha⁻¹, u 2017.: 1,5 t ha⁻¹) nego u zakorovljenom zasadu (2016.: 2,0 t ha⁻¹, 2017.: 0,1 t ha⁻¹), prinos je daleko niži od prinosa nezakorovljenog zasada. Prema tome, organski malčevi ispitivani u ovoj disertaciji nisu dobar izbor.
- Najveći broj korovskih vrsta u zasadu pitome nane je pripadao familijama *Poaceae* i *Asteraceae*, dok je najbrojnija vrsta *Avena fatua*.
- Efekat malčeva na nadzemnu biomasu korova i pitome nane, na prinos stolona pitome nane i kvalitet proizvedene biljne droge (sadržaj etarskog ulja), kao i na druge praćene parametre (temperatura i pH reakcija zemljišta) zavisi od meteoroloških uslova.
- Sintetički malčevi ispoljavaju bolji efekat na kvalitet pitome nane (udeo lista sa cvetom i stabla u prinosu nadzemnog dela, relativni sadržaj hlorofila u listu) od organskih malčeva. Odnos lista sa cvetom i stabla na folijama varira oko 1 : 2.
- U zavisnosti od vrste malča i meteoroloških uslova, sadržaj hlorofila u listu pitome nane varira. Tako, malčevi u jednoj vegetacionoj sezoni doprinose redukciji sadržaja hlorofila u listu (u 2016. godini sa više padavina redukcija za oko 2%), a u drugoj doprinose stimulaciji (u I žetvi 2017. godine koja je bila sušna, za 1,9% na PE sivo-crnoj foliji i 0,3% na agrotekstilnoj crnoj foliji, a na iglicama bora, za 3,3%).
- Sadržaj etarskog ulja u listu pitome nane je u pozitivnoj korelaciji sa prinosom. Saglasno tome, u svim tretmanima u 2016. godini sadržaj etarskog ulja je bio viši (za oko 1%) od sadržaja u 2017. godini, kao što su bili viši i prinosi pitome nane.
- Malčevi pozitivno utiču na sadržaj etarskog ulja, obzirom da utiču na suzbijanje korova. Sadržaj ulja u tretmanima sa primenom malča viši je od sadržaja u zakorovljenoj pitomoj nani. Najviši prosečan sadržaj etarskog ulja u obe žetve ostvaren je pri primeni sivo-crne folije, zatim iglica crnog bora, iza čega slede tretmani sa primenom agrotekstilne crne folije i piljevine u kojima je ostvaren sličan prinos ulja. Osim toga, neki od malčeva (sivo-crna folija i iglice crnog bora) su doprineli povećanju sadržaja ulja (za oko 0,3%) u odnosu na nezakorovljenu pitomu nanu.

- Potvrđena je negativna korelacija između sadržaja mentola i mentona, prethodno istaknuta u literaturi koja se bavi hemijskim kvalitetom etarskog ulja pitome nane. Malčevi nisu uticali na sadržaj mentola ali jesu na sadržaj mentona, dok je efekat na ostale komponente ulja bio raznolik. U odnosu na preporuke za kvalitet ulja pitome nane gajene u agroekološkim uslovima južnog Banata, primena malča dovodi do odstupanja sadržaja mentola, koji je uglavnom bio bliži donjim granicama propisanim ISO standardom i WHO monografijom.
- Prinosi stolona pri primeni sivo-crne folije (2016: 7,5 t ha⁻¹; 2017: 1,8 t ha⁻¹) i iglica crnog bora (2016: 8,8 t ha⁻¹; 2017: 1,8 t ha⁻¹) su na nivou prinosa u nezakorovljenoj pitomoj nani (2016: 9,2 t ha⁻¹; 2017: 2,0 t ha⁻¹), dok su pri primeni agrotetilne crne folije (2016: 5,6 t ha⁻¹; 2017: 1,0 t ha⁻¹) i piljevine bagrema znatno niži (2016: 5,6 t ha⁻¹; 2017: 0,6 t ha⁻¹).
- Primena malčeva dovodi do zadržavanja vlage čime onemogućava pregrevanje zemljišta i nagli porast temperatura u letnjem periodu. U aprilu mesecu i početkom juna, malčevi dovode do sporijeg zagrevanja površinskog sloja zemljišta (dubine do 15 cm), a nakon ovog perioda dolazi do naglog zagrevanja ispod PE sivo-crne folije gde temperature dostižu vrednosti u nezakorovljenoj pitomoj nani, dok organski malčevi (piljevina bagrema i iglice crnog bora) nedozvoljavaju zagrevanje i zabeležene temperature su na nivou zakorovljene pitome nane. U avgustu i septembru mesecu, malčevi ne utiču na temperaturne promene površinskog sloja zemljišta.
- Primena malčeva nije uticala na promenu pH reakcije površinskog sloja zemljišta (do 15 cm dubine). U nekim od narednih istraživanja se može proveriti da li bi se pH reakcija promenila pri dužem periodu korišćenja malča, kao i sa primenom malča u debljem sloju (> 10 cm).

Primena malčeva može biti rešenje za suzbijanje korova u lekovitom bilju, obzirom da može doprineti rešavanju izazova koji se odnose na ograničenje mogućnosti upotrebe herbicida, pronalaženje i finansiranje troškova radne snage, kao i proizvodnju zdravstveno ispravne biljne sirovine, bez primesa korova i ostataka pesticida. Usled bolje efikasnosti u suzbijanju korova i pozitivnih efekata na prinos, sintetički malčevi su pogodniji za primenu u pitomoj nani od organskih, pri čemu se kao najpodesnija izdvaja agrotekstila crna folija. Primenom sintetičkih malčeva postiže se i najbolji udeo lista sa cvetom u ukupnom prinosu pitome nane, najviši prinos stolona i najbolji efekat na relativni sadržaj hlorofila u listu. Međutim, ukoliko se pitoma nana gaji zbog etarskog ulja, najbolji rezultati se postižu primenom sintetičke sivo-crne folije i iglica crnog bora.

7. LITERATURA

1. Abouziena, H., Radwan, S. (2014). Allelopathic effects of sawdust, rice straw, bur-clover weed and cogongrass on weed control and development of onion. *International Journal of Chemical and Technology Research*, 7, 337-345.
2. Adams, P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry, 4th edn. Allured Publishing Corporation, Illinois.
3. Aflatuni, A. (2005). The yield and essential oil content of mint (*Mentha* spp.) in Northern Ostrobothnia. Doctoral dissertation, University of Oulu.
4. Alharbi, A. (2015). Effect of mulch on soil properties under organic farming conditions in center of Saudi Arabia. *Journal of American Science*, 11(1), 108-115.
5. Amoghein, B., Tobeh, A., Gholipouri, A., Jamaati-e-Somarin, Sh., Ghasemi, M. (2013). Effect of cover crop in control of weed density and some qualitative and quantitative characteristics of sunflower. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5, 1318–23.
6. Anderson, D., Garisto, M., Bourrut, J., Schonbeck, M., Jaye, R., Wurzberger, A., DeGregorio, R. (2008). Evaluation of a Paper Mulch Made from Recycled Materials as an Alternative to Plastic Film Mulch for Vegetables. *Journal of Sustainable Agriculture*, 7(1), 39-61.
7. Andoğan, B., Baydar, H., Kaya, S., Demirci, M., Özbaşar, D., Mumcu, E. (2002). Antimicrobial activity and chemical composition of some essential oils. *Archives of Pharmacal Research*, 25(6), 860-864.
8. Anzalone, A., Cirujeda, A., Aibar, J., Pardo, G., Zaragoza, C. (2010). Effect of biodegradable mulch materials on weed control in processing tomatoes. *Weed Technology*, 24, 369-377.
9. Ascard, J., Hansson, D., Svensson, S. (2014). Physical and cultural weed control in Scandinavia. *10th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Alnarp, Sweden. Proceedings, 29.
10. Awodoyin, O., Ogbeide, I., Oluwole, O. (2007). Effects of three mulch types on the growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and weed suppression in Ibadan, Rainforest-savanna Transition Zone of Nigeria. *Tropical Agricultural Research and Extension* 10, 53 -60.
11. Azizi, M., Shahriari, S., Aroiee, H., Ansari, H. (2015). The effect of irrigation regimes and mulch application on vegetative indices and essential oil content of Peppermint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Horticultural Science*, 29(1), 11-21.
12. Barberi, P. (2002). Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed Research*, 42, 177-193.
13. Batish, D., Kaur, M., Singh, H., Kohli, R. (2007). Phytotoxicity of a medicinal plant, *Anisomeles indica*, against *Phalaris minor* and its potential use as natural herbicide in wheat fields. *Crop Protection*, 26(7), 948-952.
14. Behn, H., Albert, A., Marx, F., Noga, G., Ulbrich, A. (2010). Ultraviolet-B and photosynthetically active radiation interactively affect yield and pattern of monoterpenes in leaves of peppermint (*Mentha* × *piperita* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(12), 7361-7367.
15. Belić, M., Nešić, L., Ćirić, V. (2014). Praktikum iz pedologije. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
16. Bell, C., Sullivan, M., Cook, W. (2009). Mulching woody ornamentals with organic materials. OSU Extension Service, <http://extension.oregonstate.edu/catalog/>, Oregon State University.
17. Billeaud, A., Zajicek, M. (1989). Influence of mulches on weed control, soil pH, soil nitrogen content, and growth of *Ligustrum japonicum*. *Journal of Environmental Horticulture*, 7(4), 155-157.
18. Błażewicz-Woźniak, M., Madej, J., Rtemi, D., Wartacz, W. (2011). The growth and flowering of *Salvia splendens* Sellow ex Roem. et Schultunder flowerbed conditions. *Acta Agrobotanica*, 65(2), 99-108.

19. Bond, W., Grundy, A. (2001). Nonchemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41, 383- 405.
20. Bond, W., Turner, J., Grundy, C. (2003). A review of non-chemical weed management. *HDRA, The Organic Organisation UK*, 1–81.
21. Bowman, G. (1997). Steel in the Field: A Farmer’s Guide to Weed Management Tools (ed. G Bowman), Handbook Series no. 2. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, USA.
22. Boydston, A. (2010). Pigweed control in double cut peppermint and spearmint with sulfentrazone, In: *Proceedings of the Western Society of Weed Science, Papers Presented at the Annual Meeting*, 8–11 March 2010. Waikoloa, Hawaii. WSWS, Westminster, 63, 15.
23. Božić, D., Filipović, V., Matković, A., Marković, T., Vrbičanin, S. (2015). Effect of composting on weed seeds survival. *VII Congress on Plant Protection, 24-28th November, Zlatibor, Serbia. Proceedings*, 171-174.
24. Bragagnolo, N., Mielniczuk, J. (1990). Soil mulching by wheat straw and its relation to soil temperature and moisture. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 14(3), 369-373.
25. Brainard, C., Bellinder, R. (2004). Weed suppression in a broccoli winter rye intercropping system. *Weed Science*, 52, 281-290.
26. Brandsaeter, L., Netland, J., Meadow, R. (1998). Yield, weeds, pests and soil nitrogen in a white cabbage-living mulch system. *Biology, Agriculture and Horticulture*, 16, 291-309.
27. Brar, S. (2018). Organic mulch as a temperature regulator & its effect on growth and oil productivity of Japanese mint: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 7(10), 383-386.
28. Brar, S., Gill, B., Brar, A., Kaur, T. (2014). Planting date and Straw mulch affect biomass yield, oil yield and oil quality of Japanese mint (*Mentha arvensis* L.) harvested at successive intervals. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(4), 676-695.
29. Brdar-Jokanović, M., Ljevnaić-Mašić, B., Džigurski, D., Nikolić, L., Ćirić, V., Maksimović, L., Adamović, D. (2017). Organically and conventionally grown peppermint (*Mentha x piperita* L.): As affected by weeds. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 21(2), 111-114.
30. Brengle, G., Whitfield, J. (1969). Effect of soil temperature on the growth of spring wheat with and without wheat straw mulch. *Agronomy Journal*, 61(3), 377-379.
31. Broschat, T. (2007). Effects of Mulch Type and Fertilizer Placement on Weed Growth and Soil pH and Nutrient Content. *Hort Technology*, 17(2), 174-178.
32. Brown, W., Tworkoski, T. (2004). Pest management benefits of compost mulch in apple orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103, 465-472.
33. Carrubba A., Militello M. (2013). Nonchemical weeding of medicinal and aromatic plants. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(3), 551-561.
34. Carrubba, A. (2017). Weed and Weeding Effects on Medicinal Herbs. In: *Medicinal Plants and Environmental Challenges*, Springer, Cham, 295-327.
35. Carrubba, A., Calabrese, I., Ascotillo, V. (2009). Non-chemical weeds management in two Mediterranean culinary herbs. *Acta Horti*, 826, 51–57
36. Carrubba, A., Catalano, C. (2009). Essential oil crops for sustainable agriculture – a review. *Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms*, 137-187.
37. Carrubba, A., La Torre, R., Matranga, A. (2001). Effect of the choice of different row arrangements on the bioagronomical behaviour of *Origanum heracleoticum*. In: *International Conference on Medicinal and Aromatic Plants. Possibilities and Limitations of Medicinal and Aromatic Plant*, 576, 247-252.
38. Carrubba, A., Verde, G., Salamone, A. (2013). Sustainable Weed, Disease and Pest Management in Medicinal and aromatic Plants - Chapter 11. In: *Medicinal and Aromatic Plants of the World, Springer Science*, 205-212.
39. Chalchat, C., Garry, P., Michet, A. (1997). Variation of the chemical composition of essential oil of *Mentha piperita* L. during the growing time. *Journal of Essential Oil Research*, 9(4), 463-465.

40. Chan, Y., Fahey, J., Newell, M., Barchia, I. (2010). Using composted mulch in vineyards - effects on grape yield and quality. *International Journal of Fruit Science*, 10(4), 441-453.
41. Chicouene, D. (2007). Mechanical destruction of weeds. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 27, 19–27.
42. Choudhary, I., Yadav S., Yadav R., Sharma P., Yadav L. (2014). Effect of weed and nitrogen management on coriander (*Coriandrum sativum* L.) yield and economics. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 23(1), 38–44.
43. Cirujeda, A., Aibar, J., Anzalone, Á., Martín-Closas, L., Meco, R., Moreno, M., Pardo, A., Pelacho, M., Rojo, F., Royo-Esnal, A., Suso, L., Zaragoza, C. (2012). Biodegradable mulch instead of polyethylene for weed control of processing tomato production. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(4), 889-897.
44. Clark, J., Menary, C. (1980). The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita*). *Australian Journal of Agricultural Research*, 31(3), 489-498.
45. Cook, H., Valdes, G., Lee, H. (2006). Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under *Zea mays* L. *Soil Tillage Research*, 91, 227–235.
46. Čorović, M., Stjepanović, L., Nikolić, R., Pavlović, S., Živanović, P. (1969). Usporedna ispitivanja visine osmotskih vrednosti, transpiracije i količine etarskog ulja kod nekih vrsta iz familije *Labiatae*. *Glasnik botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu*, 4(1-4), 19-27.
47. Dajic-Stevanovic, Z., Pljevljakusic, D. (2015). Challenges and decision making in cultivation of medicinal and aromatic plants. In: *Medicinal and Aromatic Plants of the World*. Springer, Dordrecht, 145-164.
48. Darre, A., Novo, R., Zumelzu, G., Bracamonte, R. (2004). Chemical control of annual weeds in *Mentha piperita*. *Agriscientia*, 21, 39-44.
49. Dell, O. (2005). Blueberry Mulching Re-visited. *Virginia Vegetable, Small Fruit and Specialty Crops*, 85(4), 250-252.
50. Derwich, E., Benziane, Z., Taouil, R., Senhaji, O., Touzani, M. (2010). Aromatic plants of morocco: GC/MS analysis of the essential oils of leaves of *Mentha piperita*. *Advances in Environmental Biology*, 80-86.
51. Dhawan, K., Singh, B., Bhullar, B., Arora, R. (2013). Integrated pest management. *Scientific Publishers*.
52. Didehbaz, G., Tobeh, A., Fakhari, R., Khanzadeh, H., Saadat, A. (2018). The effect of cover crops on weeds control and essential oil yield of mint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Crop Ecophysiology: Agriculture Science*, 923-936.
53. Döring, T., Brandt, M., Heß, J., Finckh, M., Saucke, H. (2005). Effect of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crop Research*, 94(2-3), 238-249.
54. Dražić, S. (1998). Oplemenjivanje i održavanje genetičkog identiteta vrsta i sorti roda *Mentha*. – U: Kojić M. i Jančić R.: *Pitoma nana (Mentha x piperita L.) i druge vrste roda Mentha L.*, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 73-85.
55. Duraes, M., Gama, G., Magalhaes, C., Mariel, E., Casela, R., Oliveira, C., Luchiani Junior, A., Shanahan, F. (2002). The usefulness of chlorophyll fluorescence in screening for disease resistance, water stress tolerance, aluminium toxicity tolerance, and N use efficiency in maize. *Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference*, 11th-15th February, 356-360.
56. Duriyaprapan, S., Britten, J., Basford, E. (1986). The effect of temperature on growth, oil yield and oil quality of Japanese mint. *Annals of Botany*, 58(5), 729-736.
57. Duryea, L., English, J., Hermansen, A. (1999). A comparison of landscape mulches: chemical, allelopathic, and decomposition properties. *Journal of Arboriculture*, 25(2), 88-97.

58. Edwards, J., Parbery, G., Taylor, A., Halloran, M. (1999). Effects of *Puccinia menthae* on growth and yield of Todd's Mitcham peppermint (*Mentha x piperita*). *Australian Journal of Agricultural Research*, 50(7), 1273-1278.
59. Edwards, J., Taylor, P., Parbery, D., Halloran, G. (2000). Peppermint rust in Victoria: the incidence–severity relationship and its implication for the development of an action threshold. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51, 91-96.
60. Elfving, D., Bache, C., Lisk, D. (1979). Lead content of vegetables, millet, and apple trees grown on soils amended with colored newsprint. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 27(1), 138-140.
61. Enache, A., Ilnicki, R. (1990). Weed control by subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) used as a living mulch. *Weed Technology*, 4(3), 534-538.
62. FAOSTAT (UN Food and Agriculture Organization, Corporate Statistical Database) (2017). "Peppermint production in 2014; Crops/Regions/World list/Production Quantity (pick lists)". Retrieved 26 September 2017.
63. Ferguson, J., Rathinasabapathi, B., Warren, C. (2008). Southern red cedar and southern magnolia wood chip mulches for weed suppression in containerized woody ornamentals. *HortTechnology*, 18(2), 266–270.
64. Filipović, V., Jevđović, R., Dimitrijević, S., Marković, T., Grbić, J. (2012). Uticaj primene organskih malčeva na agrofizičke osobine i prinos korena mrkve. *Lekovite sirovine*, 32(32), 37-46.
65. Fontana, E., Hoeberechts, J., Nicola, S. (2006). Effect of mulching on medicinal and aromatic plants in organic farm guest houses. In: *I International Symposium on the Labiatae: Advances in Production, Biotechnology and Utilisation*, 723, 405-410.
66. Gibson, K., McMillan, J., Hallett, S., Jordan, T., Weller, S. (2011). Effect of a living mulch on weed seed banks in tomato. *Weed Technology*, 25(2), 245-251.
67. Grassbaugh, E., Regnier, E., Bennett, M. (2004). Comparison of Organic and Inorganic Mulches for Heirloom Tomato Production. *Acta Horticulturae*, 638, 171-177.
68. Gratani, L. (1992). A non-destructive method to determine chlorophyll content of leaves. *Photosynthetica*, 26, 469-473.
69. Greenly, K., Rakow, D. (1995). The effect of wood mulch type and depth on weed and tree growth and certain soil parameters. *Journal of Arboriculture*, 21, 225-225.
70. Grundy, A., Bond, B. (2007). Use of non-living mulches for weed control. *Non-Chemical Weed Management*, 135-153.
71. Guenther, E. (1949). *The essential Oils*. Ed. Ist Vol. III. D. Van Nostrand Co. Inc., New York, pp. 685.
72. Hamouz P., Hamouzova K. (2016). *A handbook of weed seedlings*. Kurent, s.r.o., Czech Republic.
73. Hanks, R., Bowers, S., Bark, L. (1961). Influence of soil surface conditions on net radiation, soil temperature, and evaporation. *Soil Science*, 91(4), 233-238.
74. Hartwig, N., Ammon, H. (2002). Cover crop and living mulches. *Weed Science*, 20, 688-699.
75. Hatcher, P., Melander, B. (2003). Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Research*, 43, 303-322.
76. Haynes, R., Swift, R. (1986). Effect of soil amendments and sawdust mulching on growth, yield and leaf nutrient content of highbush blueberry plants. *Scientia Horticulturae*, 29(3), 229-238.
77. Hoddle, M. (2002). Classical biological control of arthropods in the 21st century. In: *Keynote Presentation held on the 1. International Symposium on Biological Control of Arthropods*, 14-18.
78. Hoeberechts, J., Nicola, S., Fontana, E. (2002). Growth of lavender (*Lavandula officinalis*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in response to different mulches. In: *XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants*, 629, 245-251.

79. Hoppe, B. (2009). Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 1: Grundlagen des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus I. Eigenverlag Verein für Arzneiund Gewürzpflanzen Saluplanta e.V. Bernburg, 310-350.
80. Horner, C. (1955). Control peppermint diseases. Oregon Agricultural Experimental Station, Bulletin, No. 547.
81. http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_temp_rezim.php
82. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42052/9241545372.pdf?sequence=2>
83. ISO 856:2006 Oil of peppermint (*Mentha x piperita* L.)
84. Ivanović, M., Spasić, R., Stepić, R., Babović, M., Petrović, O., Kostić, M., Krnjaja, V., Jakovljević, D. (1998). Zaštita pitome nane od štetnih bioagenasa – U: Kojić M. i Jančić R.: Pitoma nana (*Mentha x piperita* L.) i druge vrste roda *Mentha* L., Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 177-192.
85. Jäck, O., Menegat, A., Gerhards, R. (2017). Winter wheat yield loss in response to *Avena fatua* competition and effect of reduced herbicide dose rates on seed production of this species. *Journal of Plant Disease and Protection*, 124, 371–382.
86. Jančić, R. (1998). Diverzitet roda *Mentha* L. u Srbiji. – U: Kojić M. i Jančić R.: Pitoma nana (*Mentha x piperita* L.) i druge vrste roda *Mentha* L., Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 16-37.
87. Ji, S., Unger, P. (2001). Soil water accumulation under different precipitation, potential evaporation, and straw mulch conditions. *Soil Science Society of America Journal*, 65(2), 442-448.
88. Jodaugienė, D., Marcinkevičienė, A., Pupalienė, R., Sinkevičienė, A., Bajorienė, K. (2014). Changes of weed ecological groups under different organic mulches. *26th German Conference on weed Biology and Weed Control, Julius-Kuhn-Archiv*, 443, 244-251.
89. Jodaugienė, D., Pupalienė, R., Marcinkevičienė, A., Sinkevičienė, A. (2012). Integrated evaluation of the effect of organic mulches and different mulch layer on agroecology. *Acta Scientiarum Polonorum: Hortorum Cultus*, 11(2), 71-81.
90. Joogh, S., Tobeh, A., Golipori, A., Ochi, M. (2016). Management of cover crops of cold cereal, on total fresh weight, total dry weight weed, yield and yield components peppermint. *UCT Journal of Research in Science, Engineering and Technology*, 4 (1), 31-36.
91. Josifović, M. (1974). Flora RS Srbije VI tom, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd, 512-525.
92. Kamariari, I., Papastylanou, P., Bilalis, D., Travlos, I., Kakabouki, I. (2014). The role of mulching with residues of two medicinal plants on weed diversity in maize. *4th ISOFAR Scientific Conference 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 13-15th October, 2014, Istanbul, Turkey. Proceedings.*
93. Kar, G., Kumar, A. (2007). Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. *Agricultural Water Management*, 94(1-3), 109-116.
94. Karkanis, A., Lykas, C., Liava, V., Bezou, A., Petropoulos, S., Tsiropoulos, N. (2017). Weed interference with peppermint (*Mentha x piperita* L.) and spearmint (*Mentha spicata* L.) crops under different herbicide treatments: effects on biomass and essential oil yield. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 43-50.
95. Kasirajan, S., Ngouajio, M. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(2), 501-529.
96. Kassahun, B., Teixeira da Silva, J., Mekonnen, S. (2011). Agronomic characters, leaf and essential oil yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) as influenced by harvesting age and row spacing. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 5(1), 49-53.
97. Kassahun, B., Teixeira da Silva, J., Mekonnen, S. (2011). Agronomic characters, leaf and essential oil yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) as influenced by harvesting age and row spacing. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 5(1), 49-53.

98. Khera, K., Singh, B., Sandhu, B., Aujula, T. (1986). Response of Japanese mint to nitrogen, irrigation and straw mulching on a sandy-loam soil of Punjab [India]. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 56, 434-438.
99. Khorasaninejad, S., Mousavi, A., Soltanloo, H., Hemmati, K., Khalighi, A. (2010). The effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (*Mentha piperita* L.). *World Applied Sciences Journal*, 11, 1403-1407.
100. Khorasaninejad, S., Mousavi, A., Soltanloo, H., Hemmati, K., Khalighi, A. (2011). The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of Peppermint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 5, 5360-5365.
101. Kišgeci, J., Adamović, D. (1994). Gajenje lekovitog bilja. Neolit, Beograd, 199.
102. Kišgeci, J., Vukomanović, L., Stepanović, B., Marković, T. (1998). Mesto i uloga pitome nane u sistemu gajenja lekovitog bilja i njen privredni značaj – U: Kojić M. i Jančić R.: Pitoma nana (*Mentha x piperita* L.) i druge vrste roda *Mentha* L., Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 121-126.
103. Kitis, Y., Koloren, O., Uygur, F. (2011). Evaluation of common vetch (*Vicia sativa* L.) as living mulch for ecological weed control in citrus orchards. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 1257-1264.
104. Knezevic, S., Evans, S., Blankenship, E., Van Acker, R., Lindquist, J. (2002). Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science*, 50(6), 773-786.
105. Kosterna, E. (2014). The effect of soil mulching with organic mulches, on weed infestation in broccoli and tomato cultivated under polypropylene fibre, and without a cover. *Journal of Plant Protection Research*, 54(2), 188-198.
106. Kostić, I., Marković, T., Krnjajić, S. (2012). Sekretorne strukture aromatičnih biljaka sa posebnim osvrtom na strukture sa etarskim uljima, mestima sinteze ulja i njihove važnije funkcije. *Lekovite sirovine*, 32, 3-25.
107. Kostić, M., Pavlović, S., Janjić, V., Ivanović, M. (1998). Bolesti i štetočine žalfije. Dani lekovitog bilja, Banja Koviljača, 31-33.
108. Kostić, M., Pavlović, S., Janjić, V., Ivanović, M. (1999). Bolesti i štetočine. U: Brkić D., Mihajlov M. i Dražić S. (eds.): Žalfija (*Salvia officinalis* L.) - monografija. Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 111-127.
109. Kothari, S., Singh, D., Singh, K. (1991). Critical periods of weed interference in Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). *International Journal of Pest Management*, 37(1), 85-90.
110. Kruidhof, H., Bastiaans, L., Kropff, M. (2008). Ecological weed management by cover cropping, effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*, 48, 492-502.
111. Lal, R. (1974). Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. *Plant and Soil*, 40(1), 129-143.
112. Lal, R. (1978). Influence of within-and between-row mulching on soil temperature, soil moisture, root development and yield of maize (*Zea mays* L.) in a tropical soil. *Field Crops Research*, 1, 127-139.
113. Laskowska, H., Pogroszewska, E., Durlak, W., Kozak, D. (2012). The effect of bulb planting time and type of mulch on the yield of *Allium aflatunense* B. Fedtsch. *Acta Agrobotanica*, 65(4), 117-122.
114. Lenka, N., Lal, R. (2013). Soil aggregation and greenhouse gas flux after 15 years of wheat straw and fertilizer management in a no-till system. *Soil and Tillage Research*, 126, 78-89.
115. Li, Y., Pang, H., Han, X., Yan, S., Zhao, Y., Wang, J., Zhai, Z., Zhang, J. (2016). Buried straw layer and plastic mulching increase microflora diversity in salinized soil. *Journal of integrative Agriculture*, 15(7), 1602-1611.
116. Lichtenthaler, H., Wellburn, A. (1983). Determinations of total carotenoides and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 603, 591-592.

117. Liebman, M., Dyck, E. (1993). Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications*, 3, 92–122.
118. Ligneau, L., Watt, T. (1995). The effects of domestic compost upon the germination and emergence of barley and six arable weeds. *Annals of Applied Biology*, 126, 153 - 162.
119. Maffei, M., Canova, D., Berteola, C., Scannerini, S. (1999). UV-A effects on photomorphogenesis and essential-oil composition in *Mentha piperita*. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 52(1-3), 105-110.
120. Maksimović, S., Živanović, P. (1998). Morfološke i anatomske karakteristike *Mentha x piperita* L. – U: Kojić M. i Jančić R.: Pitoma nana (*Mentha x piperita* L.) i druge vrste roda *Mentha* L., Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 128-134.
121. Martini, A. (1996). Prototipo per il pirodiserbo delle colture officinali. Proc. Int. Congr. "Coltivazione e miglioramento delle piante officinali," Trento, 2–3 Jun, 1994, 663-666.
122. Massucati, L., Köpke, U. (2014). Effect of straw mulch residues of previous crop oats on the weed population in direct seeded faba bean in Organic Farming. *26th German Conference on Weed Biology on Weed Control*, Julius-Kuhn-Archiv, 443, 483-492.
123. Matković, A., Marković, T., Filipović, V., Radanović, D., Vrbničanin, S., Božić, D. (2016). Preliminary investigation on efficiency of mulches and other mechanical weeding methods applied in *Mentha piperita* L. cultivation. *Lekovite sirovine*, 36, 61-74.
124. Matković, A., Marković, T., Vrbničanin, S., Filipović, V., Radanović, D., Božić, D. (2017). Survey of mulches application for weed control in *Mentha x piperita* cultivation. *6^e Conférence sur les Moyens Alternatifs de Protection pour une Production Intégrée. 21-23th March, Lille, France. Proceedings*, 565-570.
125. Matković, A., Radanović, D., Marković, T., Vrbničanin, S., Božić, D. (2015). Suzbijanje korova u pitomjoj nani (*Mentha x piperita*) primenom malčeva. *Zbornik rezimea radova XIII savetovanja o zaštiti bilja*, Zlatibor, 45.
126. McCalla, T., Duley, F. (1946). Effect of crop residues on soil temperature. *Journal of the American Society of Agronomy*, 38(1), 75-89.
127. Mihajlov, M. (1998). Privredni značaj naših divljih vrsta roda *Mentha* L. – U: Kojić M. i Jančić R.: Pitoma nana (*Mentha x piperita* L.) i druge vrste roda *Mentha* L., Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 87-92.
128. Milosavljević, M., Todorović, N. (1961). Klima južnog Banata, *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, 20, 34-63.
129. Mitchell, A., Yang, C. (1998). Irrigation of peppermint for optimal yield. *Soil Science Society of America Journal*, 62(5), 1405-1409.
130. Momirović, N., Oljača, M., Dolijanović, Ž., Poštić, D. (2010). Energetska efikasnost proizvodnje paprike u zaštićenom prostoru u funkciji primene različitih tipova polietilenskih (PE) folija. *Poljoprivredna tehnika*, 35(3), 1-13.
131. Momirović, N., Savić, J. (2007). Efekat primene različitih malč folija u plasteničkoj proizvodnji paprike. *Inovacije u ratarstvu i povrtarstvu*, Beograd.
132. Monks, C., Monks, D., Basden, T., Selders, A., Poland, S., Rayburn, E. (1997). Soil temperature, soil moisture, weed control, and tomato (*Lycopersicon esculentum*) response to mulching. *Weed Technology*, 11, 561-566.
133. Mulumba, L., Lal, R. (2008). Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 98(1), 106-111.
134. Munn, D. (1992). Comparisons of shredded newspaper and wheat straw as crop mulches. *HortTechnology*, 2, 361– 366.
135. Nastovski, T. (2005). Morfo-anatomska i hemijska karakterizacija populacija *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-bip. (compositae). *Doktorska disertacija*, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

136. Nikolić, M., Jovanović, K., Marković, T., Marković, D., Gligorijević, N., Radulović, S., Soković, M. (2014). Chemical composition, antimicrobial, and cytotoxic properties of five Lamiaceae essential oils. *Industrial Crops and Products*, 61, 225-232.
137. O'Brien, T., Barker, A. (1996). Growth of peppermint in compost. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 4(1), 19-27.
138. Olabode, O., Ogunyemi, S., Adesina, G. (2007). Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to weed control by mulching. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5(3/4), 324.
139. Pakdel, P., Tehranifar, A., Nemati, H., Lakzian, A. (2011). Effect of four types of mulch including wood chips, municipal compost, sawdust and gravel in four different thicknesses on soil temperature, soil moisture and weeds growth. In: *International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture*, 404.
140. Pakdel, P., Tehranifar, A., Nemati, H., Lakzian, A., Kharrazi, M. (2012). Effect of different mulching materials on soil properties under semi-arid conditions in northeastern Iran. *Journal of Agricultural Research*, 2(3), 80-85.
141. Palada, M., Crossman, S., Kowalski, J., Collingwood, C. (2000). Evaluation of Organic and Synthetic Mulches for Basil Production Under Drip Irrigation. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 6(4), 39-48.
142. Pank, F (1992). The influence of chemical weed control on quality characters of medicinal and aromatic plants. *Acta Horticulturae*, 306, 145–154.
143. Patra, D., Ram, M., Singh, D. (1993). Influence of straw mulching on fertilizer nitrogen use efficiency, moisture conservation and herb and essential oil yield in Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). *Fertilizer Research*, 34(2), 135-139.
144. Peachey, E., William, R., Mallory-Smith, C. (2004). Effect of no-till or conventional planting and cover crops residues on weed emergence in vegetable row crop. *Weed Technology*, 18(4), 1023-1030.
145. Pellett, N., Heleba, D. (1995). Chopped newspaper for weed control in nursery crops. *Journal of Environmental Horticulture*, 13(2), 77-81.
146. Peter, K. (Ed.) (2012). Handbook of herbs and spices. Elsevier.
147. Ph. Eur. 3. (1996) Peppermint leaves In: The European Pharmacopoeia, 3rd ed. Strasbourg: Council of Europe,.
148. Piccaglia, R., Dellacecca, V., Marotti, M., Giovanelli, E. (1993). Agronomic factors affecting the yields and the essential oil composition of peppermint (*Mentha x piperita* L.). *Acta Horticulturae*, 344, 29-40.
149. Ponjičan, O., Bajkin, A. (2008). Uticaj nastiranja zemljišta i pokrivanja biljaka na temperature vazduha pri proizvodnji salate. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 34(3-4), 163-170.
150. Pouryousef, M., Yousefi, A., Oveisi, M., Asadi, F. (2015). Intercropping of fenugreek as living mulch at different densities for weed suppression in coriander. *Crop Protection*, 69, 60-64.
151. Prihar, S., Sandhu, K., Khera, K. (1975). Maize (*Zea mays* L.) and weed control as affected by level of straw mulching with and without herbicide under conventional and minimum tillage. *Indian Journal of Ecology*, 2, 13-22.
152. Pupalienė, R., Sinkevičienė, A., Jodaugienė, D., Bajorienė, K. (2015). Weed control by organic mulch in organic farming system. *Weed Biology and Control*. Editor Pilipavicius, V., Rijeka: In Tech, 65-86.
153. Radanović, D., Marković, T., Vasin, J., Banjac, D. (2016). The efficiency of using different mulch films in the cultivation of yellow gentian (*Gentiana lutea* L.) in Serbia. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 53(1), 30-37.
154. Radanović, D., Nastovski, T. (2002). Proizvodnja lekovitog i aromatičnog bilja po principima organske proizvodnje. *Lekovite sirovine*, 22, 83-99.

155. Radanović, D., Nešić, L., Sekulić, P., Belić, M., Pucarević, M., Čuvardić, M. (2003). Karakterizacija zemljišta za proizvodnju kvalitetnog lekovitog bilja. *Lekovite sirovine*, 23, 51-57.
156. Radanović, D., Pljevljakušić, D., Marković, T., Ristić, M. (2007). Influence of fertilization model and PE mulch on yield and quality of arnica (*A. montana*) at dystric cambisol. *Zemljište i biljka*, 56, 85-95.
157. Ram, D., Ram, M., Singh., R. (2006). Optimization of water and nitrogen application to menthol mint (*Mentha arvensis* L.) through sugarcane trash mulch in a sandy loam soil of semi-arid subtropical climate. *Bioresource Technology*, 97(7), 886-893.
158. Ram, M., Kumar, S. (1997). Yield improvement in the regenerated and transplanted mint *Mentha arvensis* by recycling the organic wastes and manures. *Bioresource Technology*, 59, 141-149.
159. Ramakrishna, A., Ravishankar, G. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 6, 1720–1731.
160. Ramakrishna, A., Tam, H., Wani, S., Long, T. (2006). Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research*, 95(2-3), 115-125.
161. Reddy, K., Koger, C. (2004). Live and killed hairy vetch cover crop effects on weeds and yield in glyphosate-resistant corn. *Weed Technology*, 18, 835-840.
162. Ricotta, J., Masiunas, J. (1991). The effects of black plastic mulch and weed control strategies on herb yield. *HortScience*, 26(5), 539-541.
163. Rita, P., Animesh, D. (2011). An updated overview on peppermint (*Mentha piperita* L.). *International Research Journal of Pharmacy*, 2(8), 1-10.
164. Rohloff, J., Dragland, S., Mordal, R., Iversen, H. (2005). Effect of harvest time and drying method on biomass production, essential oil yield, and quality of peppermint (*Mentha x piperita* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4143-4148.
165. Saha, D., Marble, S., Pearson, B. (2018). Allelopathic effects of common landscape and nursery mulch materials on weed control. *Frontiers in Plant Science*, 9, 733.
166. Sánchez, E., Lamont, W., Orzolek, M. (2008). Newspaper mulches for suppressing weeds for organic high-tunnel cucumber production. *HortTechnology*, 18(1), 154-157.
167. Sanderson, K., Cutcliffe, J. (1991). Effect of sawdust mulch on yields of select clones of lowbush blueberry. *Canadian Journal of Plant Science*, 71(4), 1263-1266.
168. Sarrou, E., Chatzopoulou, P., Koutsos, T., Katsiotis, S. (2016). Herbage yield and essential oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under the influence of different mulching materials and fertilizers. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(1), 111–117
169. Saxena, A., Singh, J. (1995). Effect of irrigation, mulch and nitrogen on yield and composition of Japanese Mint (*Mentha arvensis* L. subsp. haplocalyx var. piperascens) oil. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 175(3), 183-188.
170. Schmatz, R., Schäkel, C., Dick, C. (2009). Trials with herbicides in peppermint *Mentha x piperita* L. in Thuringia. *Healthy Plants*, 61(1), 1-10.
171. Scora, R., Chang, A. (1997). Essential oil quality and heavy metal concentrations of peppermint grown on a municipal sludge-amended soils. *Journal of Environmental Quality*, 26(4), 975–979.
172. Shahriari, S. (2011). The study on the effect of irrigation levels and mulch application on growth indices and essential oil content of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Planta Medica* 77(12), 18.
173. Shahriari, S., Azizi, M., Aroiee, H., Ansari, H. (2013). Effect of different irrigation levels and mulch application on growth parameters and essential oil content of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(3), 568-582.
174. Shahriari, S., Azizi, M., Aroiee, H., Ansari, H. (2013). Effect of different irrigation levels and mulch application on growth parameters and essential oil content of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29 (3), 567-582.

175. Sharma, R., Bhardwaj, S. (2017). Effect of mulching on soil and water conservation-A review. *Agricultural Reviews*, 38(4), 311-315.
176. Sharratt, B. (2002). Corn stubble height and residue placement in the Northern US Corn Belt. Part II. Spring microclimate and wheat development. *Soil Tillage Research*, 64, 253–261.
177. Sheaffer, C., Gunsolus, J., Grimsbo, J., Lee, S. (2002). Annual Medicago as mother crop in soybean. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188, 408-416.
178. Singh, M. (2003). Studies On Combined Performance Of Herbicides, Mulching And Date Of Planting In Mentha Species (Doctoral dissertation, Punjab Agricultural University; Ludhiana).
179. Singh, M., Saini, S. (2008). Planting date, mulch, and herbicide rate effects on the growth, yield, and physicochemical properties of menthol mint (*Mentha arvensis*). *Weed Technology*, 22, 691-698.
180. Singh, R., Singh, N., Singh, G. (1993). Effect of crop-weed competition on yield and quality of essential oil in Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). *Indian Perfumer*, 37, 161-66.
181. Singh, V., Pandey, P. (2012). Physical Methods in Management of Plant Diseases. In book: *Eco-friendly Innovative Approaches in Plant Disease Management*, Chapter 2, 21-30.
182. Sinkevičienė, A., Jodaugienė, D., Pupalienė, R., Urbonienė, M. (2009). The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agronomy Research*, 7(1), 485–491.
183. Sivropoulou, A., Kokkiki, S., Lanaras, T., Arsenakis, M. (1995). Antimicrobial activity of mint essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 2384–2388.
184. Skroch, W., Powell, M., Bilderback, T., Henry, P. (1992). Mulches: durability, aesthetic value, weed control, and temperature. *Journal of Environmental Horticulture*, 10(1), 43-45.
185. Soković, M., Vukojević, J., Marin, P., Brkić, D., Vajs, V., Van Griensven, L. (2009). Chemical composition of essential oils of thymus and mentha species and their antifungal activities. *Molecules*, 14(1), 238-249.
186. Solomon, A., Beemnet, A. (2011). Effect of inter row spacing and harvesting time on growth and essential oil yield of spearmint (*Mentha spicata* L.). *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2, 39-43.
187. Sonstebj, A., Nes, A., Måge, F. (2004). Effects of bark mulch and NPK fertilizer on yield, leaf nutrient status and soil mineral nitrogen during three years of strawberry production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 54(3), 128-134.
188. Splawski, C., Regnier, E., Harrison, S., Bennett, M., Metzger, J. (2016). Weed suppression in pumpkin by mulches composed of organic municipal waste materials. *HortScience*, 51(6), 720-726.
189. Stepanović, B., Radanović D. (2011). Tehnologija gajenja lekovitog bilja u Srbiji, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 195-203.
190. Stepanović, B., Vukomanović, L., Kišgeci, J. (1993). Gajenje pitome nane (*Mentha piperita* L.) na različitim nadmorskim visinama. *Lekovite sirovine*, 12, 55-59.
191. Stougaard, R. (1997). Adjuvant combinations with quizalofop for wild oat (*Avena fatua*) control in peppermint (*Mentha piperita*). *Weed Technology*, 11, 45-50.
192. Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985). Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga LXXVIII, Sarajevo.
193. Tabatabaie, S., Nazari, J. (2007). Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis, and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31, 245-253.
194. Tasić, S., Krivokuća-Đokić, D. (1998). Destilacija i ekstrakti pitome nane – U: Kojić M. i Jančić R.: Pitoma nana (*Mentha x piperita* L.) i druge vrste roda *Mentha* L., Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 207-214.
195. Teasdale, J., Brandsæter, L., Calegari, A., Skora Neto, F. (2007). Cover crops and weed management. In: *M.K. Upadhyaya and R.E. Blackshaw (eds.), Nonchemical Weed Management*. CAB International, Wallingford, UK, 49-64.

196. Teasdale, J., Daughtry, C. (1993). Weed Suppression by Live and Desiccated Hairy Vetch (*Vicia villosa*). *Weed Science*, 41, 207-212.
197. Teasdale, J., Mohler, C. (1993). Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agronomy Journal*, 85, 68–673.
198. Teasdale, J., Mohler, C. (2000). The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science*, 48, 385–392.
199. Thompson, D. (1989). Fungitoxic activity of essential oils components on food storage fungi. *Mycologia*, 81, 151–153.
200. Tindall, J., Beverly, R., Radcliffe, D. (1991). Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro-irrigation. *Agronomy Journal*, 83(6), 1028-1034.
201. Tu, M., Hurd, C., Randall, J. (2001). Weed Control Methods Handbook: Tools & Techniques for Use in Natural Areas. All U.S. Government Documents (Utah Regional Depository), paper 533, 11-26. (<https://digitalcommons.usu.edu/govdocs/533>)
202. Unger, P. (1978). Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. *Agronomy Journal*, 70, 858-864.
203. Univer, T., Pörk, K., Univer, N. (2009). Living grass mulches in strawberry cultivation. *Agronomy Research*, 7(Special issue I), 532–535.
204. Upadhyay, R., Baksh, H., Patra, D., Tewari, S., Sharma, S., Katiyar, R. (2012). Integrated weed management of medicinal plants in India. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 1(2), 51-56.
205. Ustuner, T., Ustuner, M. (2011). Investigation on different mulch materials and chemical control for controlling weeds in apple orchard in Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6(19), 3979-3985.
206. Van Der Weide, R., Bleeker, P., Achten, V., Lotz, L., Fogelberg, F., Melander, B. (2008). Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research*, 48(3), 215-224.
207. Van Driesche, R., Bellows, T. (1993). Steps in classical arthropod biological control. *Entomological Society of America*.
208. Van Wijk, W., Larson, W., Burrows, W. (1959). Soil temperature and the early growth of corn from mulched and unmulched soil. *Soil Science Society of America Journal*, 23(6), 428-434.
209. Volenberg, D., Hopen, H., Campobasso, G. (1999). Biological control of yellow toadflax (*Linaria vulgaris*) by *Eteobalea serratella* in peppermint (*Mentha piperita*). *Weed Science*, 226-232.
210. Vranjes, F., Vrbnicanin, S., Nedeljkovic, D., Savic, A., Bozic, D. (2019). The response of *Chenopodium album* L. and *Abutilon theophrasti* Medik. to reduced doses of mesotrione. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 54(7), 615-621.
211. Vrbnicanin, S., Dajic, Z., Jevdjovic, R. (2000). Perennial weeds in medicinal plant crops. *Proceedings of the First CMAPSEEC, Institute for Medicinal Plant Research, Belgrade and Federal Institute for Plant and Animal Genetic Resources*. Belgrade, 379-385.
212. Vrbničanin, S., Dajić, Z., Jevđević, R. (1998). Preliminarno florističko-fitocenološko ispitivanje korova u usevima lekovitog bilja. *Acta herbologica*, 7(1-2), 81-90.
213. Vrbničanin, S., Jevđović, R., Božić, D., Pavlović, D. (2007). Influence of agricultural land preparation on weed population in following crops: Thyme (*Thymus vulgaris* L.), Balm (*Melissa officinalis* L.), Lavender (*Lavandula angustifolia* L.) i Salvia (*Salvia officinalis* L.). *Zaštita bilja*, 58(1-4), 89-104.
214. Walker, J. (1969). One-degree increments in soil temperatures affect maize seedling behavior. *Soil Science Society of America Journal*, 33(5), 729-736.
215. Wang, L., Li, X., Lv, J., Fu, T., Ma, Q., Song, W., Wang, W., Li, F. (2017). Continuous plastic-film mulching increases soil aggregation but decreases soil pH in semiarid areas of China. *Soil and Tillage Research*, 167, 46-53.

216. Wang, Y., Xie, Z., Malhi, S., Vera, C., Zhang, Y. (2014). Gravel-sand mulch thickness effects on soil temperature, evaporation, water use efficiency and yield of watermelon in semi-arid Loess Plateau, China. *Acta Ecologica Sinica*, 34(5), 261-265.
217. Wang, Y., Xie, Z., Malhi, S., Vera, C., Zhang, Y. (2014). Gravel-sand mulch thickness effects on soil temperature, evaporation, water use efficiency and yield of watermelon in semi-arid Loess Plateau, China. *Acta Ecologica Sinica*, 34(5), 261-265.
218. Warren, N., Smith, R., Sideman, R. (2015). Effects of living mulch and fertilizer on the performance of broccoli in plasticulture. *Horticultural Science*, 50, 218-224.
219. Weber, C. (2003). Biodegradable mulch films for weed suppression in the establishment year of matted-row strawberries. *HortTechnology*, 13, 665–668.
220. Weih, M., Karlsson, S. (2001). Growth response of Mountain birch to air and soil temperature: is increasing leaf-nitrogen content an acclimation to lower air temperature? *New Phytologist*, 150(1), 147-155.
221. WHO (2010) (World Health Organization) Monographs on Selected Medicinal Plants: Volume 2 (PDF). Geneva: World Health Organization. 2002. Retrieved October 29, 188-199.
222. Wilson, J. (1990). Black mulches go green. *Grower*, Nexus Horticulture, Swanley, UK, 115(18), 12–15.
223. Yang, Y., Dungan, R., Ibekwe, M., Valenzuela-Solano, C., Crohn, D., Crowley, D. (2003). Effect of organic mulches on soil bacterial communities one year after application. *Biology and Fertility of Soils*, 38(5), 273-281.
224. Yang, Y., Liu, X., Li, W., Li, C. (2006). Effect of different mulch materials on winter wheat production in desalinized soil in Heilonggang region of North China. *Journal of Zhejiang University Science B*, 7(11), 858-867.
225. Yeganehpoor, F., Salmasi, S., Abedi, G., Samadiyan, F., Beyginiya, V. (2015). Effects of cover crops and weed management on corn yield. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14(2), 178-181.
226. Yousefi, A., Rahimi, M. (2014). Integration of soil-applied herbicides at the reduced rates with physical control for weed management in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Crop Protection*, 63, 107-112.
227. Zheljaskov, V., Cantrell, C., Astatkie, T., Ebelhar, M. (2010). Productivity, oil content, and composition of two spearmint species in Mississippi. *Agronomy Journal*, 102(1), 129-133.
228. Zheljaskov, V., Cerven, V., Cantrell, C., Ebelhar, W., Horgan, T. (2009). Effect of nitrogen, location, and harvesting stage on peppermint productivity, oil content, and oil composition. *Horticultural Science*, 44, 1267-1270.
229. Zheljaskov, V., Craker, L., Xing, B. (2006b). Effects of Cd, Pb, and Cu on growth and essential oil contents in dill, peppermint, and basil. *Environmental and Experimental Botany*, 58(1-3), 9-16.
230. Zheljaskov, V., Zhalnov, I., Nedkov, N. (2006a). Herbicides for weed control in blessed thistle (*Silybum marianum* L.). *Weed Technology*, 20, 1030–1034.

8. PRILOZI

Tabela 8. Statistička značajnost uticaja vremena žetve i primene malčeva na prinos pitome nane u preliminarnim istraživanjima (ANOVA).

Vrsta tretmana	Sintetički malčevi i karton				Organski malčevi			
	sa uklanjanjem korova		bez uklanjanja korova		sa uklanjanjem korova		bez uklanjanja korova	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Faktor								
Vreme žetve	40,46	0,00**	23,54	0,00**	21,50	0,00**	27,87	0,00**
Tretmani	128,61	0,00**	11,67	0,00**	10,92	0,00**	19,57	0,00**
Vreme žetve * tretman	9,69	0,00**	2,46	0,04*	0,67	0,73 ^{ns}	0,63	0,77 ^{ns}

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 9. Statistička značajnost uticaja godine istraživanja na analizirane parametre (ANOVA).

Posmatrani parametri u okviru ispitivanog faktora (godina)	<i>F</i>	<i>p</i>
Ukupna biomasa korova	426,59	0,00**
Prinos pitome nane	46,88	0,00**
Udeo lista sa cvetom u prinosu pitome nane	77,43	0,00**
Sadržaj etraskog ulja	16,39	0,00**
Procentualnu zastupljenost komponenti	14,27	0,00**
Relativni sadržaj hlorofila	5,28	0,03*
Temperatura zemljišta	6,51	0,01*
Prinos stolona	407,2	0,00**

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 13. Statistička značajnost uticaja vremena ocene i primene malčeva na ukupnu biomasu korova (ANOVA).

Faktor	2016		2017	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vreme ocene	2057,83	0,00**	1820,25	0,00**
Tretmani	2324,73	0,00**	488,71	0,00**
Vreme ocene * tretman	152,58	0,00**	26,61	0,00**

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 14. Statistička značajnost uticaja vremena žetve i primene malčeva na prinos pitome nane (ANOVA).

Faktor	2016		2017	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vreme žetve	47,16	0,00**	261,69	0,00**
Tretmani	59,70	0,00**	207,49	0,00**
Vreme ocene * tretman	3,31	0,01*	6,11	0,00**

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 16. Statistička značajnost uticaja vremena žetve i primene malčeva na odnos lista sa cvetom u prinosu pitome nane (ANOVA).

Faktor	2016		2017	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vreme žetve	0,96	0,33 ^{ns}	50,55	0,00**
Tretmani	48,74	0,00**	83,72	0,00**
Vreme ocene * tretman	4,16	0,00**	1,75	0,13 ^{ns}

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 18. Statistička značajnost uticaja vremena žetve i primene malčeva na sadržaj etraskog ulja pitome nane (ANOVA).

Faktor	2016		2017	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vreme žetve	1569,4	0,00**	437,04	0,00**
Tretmani	37,75	0,00**	34,92	0,00**
Vreme ocene * tretman	16,46	0,00**	11,28	0,00**

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 19. Hemijska karakterizacija etraskog ulja pitome nane iz svih tretmana u I žetvi 2016. godine.

RI	Komponente	Sintetički malčevi		Organski malčevi		Kontrola	
		T3	T5	T8	T10	K1	K3
925	α -Tujen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
932	α -Pinen	0,8 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0
946	Kamfen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
971	Sabinen	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,1
975	β -Pinen	1,3 ± 0,0	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,0	1,3 ± 0,1	1,1 ± 0,0	1,2 ± 0,1
987	Mircen	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
992	3-Oktanol	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1014	α -Terpinen	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,6 ± 0,1
1022	p-Cimen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1026	Limonen	1,6 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,5 ± 0,1	1,5 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,7 ± 0,1
1027	1,8-Cineol	5,1 ± 0,1	4,6 ± 0,4	5,1 ± 0,2	5,5 ± 0,1	5,2 ± 0,2	5,3 ± 0,4
1033	<i>cis</i> - β -Ocimen	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,0
1044	<i>trans</i> - β -Ocimen	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1055	γ -Terpinen	0,7 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,0 ± 0,2
1064	<i>cis</i> -Sabinen hidrat	1,6 ± 0,3	2,7 ± 0,3	2,9 ± 0,1	1,6 ± 0,0	1,7 ± 0,2	1,4 ± 0,7
1085	α -Terpinolen	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1096	Linalol	0,4 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0
1103	(2E,4E)-Oktadienal	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1119	<i>cis</i> -p-ment-2-en-1-ol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1137	<i>trans</i> -Sabinol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1143	<i>trans</i> -dihidro- α -Terpineol	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1150	Menton	21,6 ± 1,6	21,2 ± 1,8	18,7 ± 0,4	19,4 ± 1,5	19,2 ± 1,6	17,1 ± 2,1
1161	Mentofuran	8,5 ± 0,2	8,6 ± 0,0	8,1 ± 0,2	8,2 ± 0,1	8,4 ± 0,3	7,9 ± 0,1
1169	Mentol	33,1 ± 1,6	33,1 ± 1,4	33,8 ± 1,7	34,3 ± 2,5	35,3 ± 0,9	36,7 ± 3,5

1175	4-Terpineol	2,0 ± 0,1	1,6 ± 0,0	1,7 ± 0,1	2,5 ± 0,2	2,3 ± 0,1	2,9 ± 0,5
1181	<i>cis</i> -Pinokarveol	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1
1188	α -Terpineol	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,6 ± 0,1
1234	Pulegon	6,6 ± 0,5	6,6 ± 0,1	6,8 ± 1,2	7,2 ± 0,2	6,0 ± 0,0	6,1 ± 0,3
1252	Piperiton	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1270	neo-Mentil acetat	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1293	Mentil acetat	3,7 ± 0,1	4,6 ± 0,1	3,9 ± 0,3	3,7 ± 0,0	4,3 ± 0,4	4,2 ± 0,2
1304	Izomentil acetat	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1382	(3Z)-Heksenil-(3Z)-heksenoat	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1388	β -Bourbonene	0,6 ± 0,0	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1
1417	β -Kariofilen	2,6 ± 0,1	2,7 ± 0,5	3,0 ± 0,2	2,3 ± 0,5	2,5 ± 0,1	2,3 ± 0,4
1451	α -Humulen	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,1
1482	Germakren D	2,0 ± 0,0	2,2 ± 0,4	2,6 ± 0,0	2,0 ± 0,4	2,1 ± 0,1	2,0 ± 0,4
1493	δ -Selenen	0,9 ± 0,0	1,0 ± 0,1	1,1 ± 0,0	0,8 ± 0,2	0,9 ± 0,0	0,8 ± 0,2
1521	δ -Kadinen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1582	Kariofilen oksid	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1588	Globulol	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1593	Viridiflorol	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1
<i>Ukupno identifikovano (%)</i>		<i>99,7 ± 0,3</i>	<i>99,5 ± 0,0</i>	<i>99,54 ± 0,3</i>	<i>99,8 ± 0,0</i>	<i>99,6 ± 0,1</i>	<i>99,5 ± 0,2</i>
	Monoterpeni ugljovodonici	6,9 ± 0,2 ^b	5,5 ± 0,2 ^d	6,5 ± 0,1 ^a	7,1 ± 0,1 ^{bc}	6,4 ± 0,3 ^a	7,4 ± 0,2 ^c
	Oksidovani monoterpeni	84,2 ± 1,1 ^a	85,5 ± 1,3 ^a	83,0 ± 0,8 ^a	85,0 ± 1,6 ^a	84,5 ± 1,4 ^a	84,4 ± 0,9 ^a
	Seskviterpeni ugljovodonici	6,6 ± 0,1 ^a	6,9 ± 1,2 ^a	8,1 ± 0,1 ^a	6,1 ± 1,4 ^a	6,5 ± 0,3 ^a	6,2 ± 1,2 ^a
	Oksidovani seskviterpeni	0,8 ± 0,1 ^a	1,0 ± 0,1 ^a	1,0 ± 0,1 ^a	0,9 ± 0,1 ^a	0,8 ± 0,1 ^a	0,9 ± 0,1 ^a
	Ostalo	0,5 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,1 ^a	0,6 ± 0,0 ^a	0,6 ± 0,0 ^a	0,6 ± 0,1 ^a	0,7 ± 0,1 ^a
<i>Prinos etarskog ulja (% v/w)</i>		<i>3,3 ± 0,0</i>	<i>3,0 ± 0,0</i>	<i>3,1 ± 0,1</i>	<i>3,1 ± 0,1</i>	<i>2,9 ± 0,1</i>	<i>2,5 ± 0,0</i>

RI – eksperimentalno dobijeni retencioni indeksi, izračunati u odnosu na seriju n-alkana (C6 – C28) na DB-5 koloni; n.d. – nije detektovano.

Tabela 20. Hemijska karakterizacija etarskog ulja pitome nane iz svih tretmana u II žetvi 2016. godine.

RI	Komponente	Sintetički malčevi		Organski malčevi		Kontrola	
		T3	T5	T8	T10	K1	K3
925	α -Tujen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
932	α -Pinen	0,8 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,7 ± 0,0
946	Kamfen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
971	Sabinen	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0
975	β -Pinen	1,3 ± 0,0	1,1 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,2 ± 0,0
987	Mircen	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
992	3-Oktanol	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1014	α -Terpinen	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,3 ± 0,0
1022	p-Cimen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1026	Limonen	1,1 ± 0,0	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,9 ± 0,0
1027	1,8-Cineol	4,3 ± 0,0	3,7 ± 0,4	4,0 ± 0,2	4,3 ± 0,0	4,3 ± 0,1	3,9 ± 0,0
1033	<i>cis</i> - β -Ocimen	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0

1044	<i>trans</i> - β -Ocimen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1055	γ-Terpinen	0,8 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,1	0,5 ± 0,0
1064	<i>cis</i> -Sabinen hidrat	1,7 ± 0,3	2,9 ± 0,5	2,8 ± 0,3	2,0 ± 0,0	1,7 ± 0,1	3,1 ± 0,1
1085	α-Terpinolen	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1096	Linalol	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1103	(2E,4E)-Oktadienal	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1119	<i>cis</i> -p-ment-2-en-1-ol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1137	<i>trans</i> -Sabinol	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1143	<i>trans</i> -dihidro-α-Terpineol	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1150	Menton	32,5 ± 0,6	34,1 ± 1,0	33,7 ± 0,0	36,1 ± 0,3	31,8 ± 0,4	35,0 ± 0,6
1161	Mentofuran	9,5 ± 0,1	9,7 ± 0,2	9,6 ± 0,1	9,4 ± 0,0	9,3 ± 0,1	9,5 ± 0,1
1169	Mentol	28,8 ± 0,3	29,3 ± 0,5	29,5 ± 0,3	26,9 ± 0,4	29,6 ± 0,1	28,7 ± 0,5
1175	4-Terpineol	2,1 ± 0,0	1,6 ± 0,0	1,6 ± 0,1	2,2 ± 0,0	2,3 ± 0,1	1,4 ± 0,0
1181	<i>cis</i> -Pinokarveol	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0
1188	α-Terpineol	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0
1234	Pulegon	1,2 ± 0,2	0,8 ± 0,4	0,9 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,9 ± 0,0	0,4 ± 0,0
1252	Piperiton	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0
1270	neo-Mentil acetat	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1293	Mentil acetat	5,4 ± 0,3	4,7 ± 0,6	4,1 ± 0,4	3,7 ± 0,3	5,3 ± 0,4	3,8 ± 0,1
1304	Izomentil acetat	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1382	(3Z)-Heksenil-(3Z)-heksenoat	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1388	β-Bourbonene	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0
1417	β-Kariofilen	1,6 ± 0,0	1,7 ± 0,1	1,8 ± 0,3	1,8 ± 0,1	1,8 ± 0,0	2,0 ± 0,1
1451	α-Humulen	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1482	Germakren D	1,4 ± 0,0	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,3	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,0	1,8 ± 0,0
1493	δ-Selinen	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0
1521	δ-Kadinen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1582	Kariofilen oksid	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1588	Globulol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	n.d
1593	Viridiflorol	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
<i>Ukupno identifikovano (%)</i>		<i>99,9 ± 0,0</i>	<i>99,9 ± 0,0</i>	<i>99,9 ± 0,0</i>	<i>99,9 ± 0,0</i>	<i>99,9 ± 0,0</i>	<i>99,3 ± 0,0</i>
	Monoterpeni ugljovodnici	6,1 ± 0,3 ^a	4,8 ± 0,1 ^c	5,4 ± 0,2 ^b	6,3 ± 0,1 ^a	6,2 ± 0,2 ^a	5,2 ± 0,1 ^b
	Oksidovani monoterpeni	87,8 ± 1,1 ^a	88,0 ± 2,4 ^a	88,8 ± 1,1 ^a	87,0 ± 1,3 ^a	87,5 ± 0,9 ^a	87,7 ± 1,2 ^a
	Seskviterpeni ugljovodnici	4,3 ± 0,1 ^a	4,8 ± 0,2 ^a	4,9 ± 0,8 ^a	4,9 ± 0,2 ^a	4,8 ± 0,2 ^a	5,5 ± 0,2 ^a
	Oksidovani seskviterpeni	0,4 ± 0,1 ^a	0,4 ± 0,1 ^a	0,4 ± 0,0 ^a	0,3 ± 0,1 ^a	0,4 ± 0,0 ^a	0,3 ± 0,1 ^a
	Ostalo	0,4 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,1 ^a	0,4 ± 0,1 ^a
<i>Prinos etarskog ulja (% v/w)</i>		<i>4,3 ± 0,0</i>	<i>3,8 ± 0,1</i>	<i>3,9 ± 0,1</i>	<i>4,1 ± 0,1</i>	<i>4,3 ± 0,0</i>	<i>3,8 ± 0,1</i>

RI – eksperimentalno dobijeni retencioni indeksi, izračunati u odnosu na seriju n-alkana (C6 – C28) na DB-5 koloni; n.d. – nije detektovano.

Tabela 21. Hemijska karakterizacija etarskog ulja pitome nane iz svih tretmana u I žetvi 2017. godine.

RI	Komponente	Sintetički malčevi		Organski malčevi		Kontrola	
		T3	T5	T8	T10	K1	K3
925	α -Tujen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
932	α -Pinen	0,8 ± 0,1	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,6 ± 0,0
946	Kamfen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
971	Sabinen	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0
975	β -Pinen	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,4 ± 0,0	1,0 ± 0,0
987	Mircen	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0
992	3-Oktanol	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1014	α -Terpinen	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1022	p-Cimen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,0
1026	Limonen	2,1 ± 0,2	2,4 ± 0,1	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,0	2,2 ± 0,1	1,7 ± 0,1
1027	1,8-Cineol	5,1 ± 0,1	4,3 ± 0,5	4,2 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,0	3,8 ± 0,3
1033	<i>cis</i> - β -Ocimen	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,0
1044	<i>trans</i> - β -Ocimen	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1055	γ -Terpinen	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,8 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,4 ± 0,0
1064	<i>cis</i> -Sabinen hidrat	1,8 ± 0,2	2,4 ± 0,0	2,3 ± 0,1	1,8 ± 0,5	1,5 ± 0,1	3,5 ± 0,1
1085	α -Terpinolen	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1096	Linalol	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1103	(2E,4E)-Oktadienal	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1119	<i>cis</i> -p-ment-2-en-1-ol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1137	<i>trans</i> -Sabinol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1143	<i>trans</i> -dihidro- α -Terpineol	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1150	Menton	26,2 ± 1,1	30,3 ± 0,8	25,0 ± 2,4	28,6 ± 0,3	24,1 ± 2,9	16,9 ± 1,0
1161	Mentofuran	9,4 ± 0,1	9,4 ± 0,1	9,0 ± 0,0	9,4 ± 0,1	9,2 ± 0,3	7,9 ± 0,0
1169	Mentol	32,4 ± 1,9	28,3 ± 0,9	32,5 ± 2,2	28,8 ± 1,0	32,6 ± 2,7	41,3 ± 0,6
1175	4-Terpineol	2,2 ± 0,2	1,8 ± 0,0	1,7 ± 0,0	2,3 ± 0,3	2,3 ± 0,1	1,5 ± 0,1
1181	<i>cis</i> -Pinokarveol	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,0
1188	α -Terpineol	0,7 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0
1234	Pulegon	2,2 ± 0,1	2,3 ± 0,6	2,4 ± 0,3	2,6 ± 0,4	3,2 ± 0,3	1,2 ± 0,3
1252	Piperiton	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1270	neo-Mentil acetat	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1293	Mentil acetat	3,4 ± 0,3	3,2 ± 0,8	3,3 ± 0,8	3,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,1 ± 0,4
1304	Izomentil acetat	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1382	(3Z)-Heksenil-(3Z)-heksenoat	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0
1388	β -Bourbonene	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,0	0,9 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,0	1,0 ± 0,0
1417	β -Kariofilen	2,5 ± 0,3	2,9 ± 0,1	3,5 ± 0,3	2,9 ± 0,3	2,6 ± 0,2	3,3 ± 0,3
1451	α -Humulen	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0
1482	Germakren D	1,9 ± 0,2	2,3 ± 0,0	2,8 ± 0,3	2,3 ± 0,2	1,8 ± 0,1	3,3 ± 0,3
1493	δ -Selinen	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,0	1,2 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,7 ± 0,1	1,2 ± 0,1
1521	δ -Kadinen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1582	Kariofilen oksid	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0
1588	Globulol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0

1593	Viridiflorol	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,0
<i>Ukupno identifikovano (%)</i>		<i>99,9 ± 0,0</i>	<i>99,9 ± 0,1</i>	<i>99,9 ± 0,1</i>	<i>100,0 ± 0,1</i>	<i>99,9 ± 0,0</i>	<i>99,1 ± 1,0</i>
	Monoterpeni ugljovodoni	7,5 ± 0,4 ^a	7,3 ± 0,2 ^{ab}	6,7 ± 0,2 ^b	7,5 ± 0,2 ^a	7,6 ± 0,1 ^a	5,5 ± 0,5 ^c
	Oksidovani monoterpeni	85,3 ± 1,1 ^a	82,8 ± 2,4 ^a	82,1 ± 1,6 ^a	83,6 ± 1,2 ^a	83,4 ± 2,4 ^a	81,8 ± 1,9 ^a
	Seskviterpeni ugljovodoni	6,1 ± 0,6 ^a	7,2 ± 0,2 ^a	8,9 ± 0,8 ^b	7,2 ± 0,7 ^a	6,2 ± 0,4 ^a	9,4 ± 0,7 ^b
	Oksidovani seskviterpeni	0,5 ± 0,2 ^a	0,6 ± 0,1 ^{ab}	0,8 ± 0,1 ^b	0,6 ± 0,1 ^{ab}	0,7 ± 0,1 ^{ab}	1,0 ± 0,1 ^c
	Ostalo	0,5 ± 0,1 ^a	0,4 ± 0,1 ^a	0,6 ± 0,1 ^{ab}	0,4 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,1 ^a	0,7 ± 0,1 ^b
<i>Prinos etarskog ulja (% v/w)</i>		<i>3,9 ± 0,1</i>	<i>3,4 ± 0,3</i>	<i>3,1 ± 0,0</i>	<i>4,1 ± 0,1</i>	<i>3,5 ± 0,3</i>	<i>2,6 ± 0,1</i>

RI – eksperimentalno dobijeni retencioni indeksi, izračunati u odnosu na seriju n-alkana (C6 – C28) na DB-5 koloni; n.d. – nije detektovano.

Tabela 22. Hemijska karakterizacija etarskog ulja pitome nane iz svih tretmana u II žetvi 2017. godine.

RI	Komponente	Sintetički malčevi		Organski malčevi		Kontrola	
		T3	T5	T8	T10	K1	K3
925	α -Tujen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	n.d.	n.d.	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,0
932	α -Pinen	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,1 ± 0,0
946	Kamfen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,0
971	Sabinen	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0	1,2 ± 0,0
975	β-Pinen	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
987	Mircen	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	n.d.
992	3-Oktanol	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	n.d.
1014	α-Terpinen	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1022	p-Cimen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	n.d.	0,1 ± 0,0	n.d.
1026	Limonen	1,9 ± 0,1	2,1 ± 0,0	2,2 ± 0,0	2,4 ± 0,1	2,2 ± 0,0	2,2 ± 0,1
1027	1,8-Cineol	4,3 ± 0,2	3,9 ± 0,1	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,3	3,8 ± 0,1	2,4 ± 0,7
1033	cis- β -Ocimen	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1044	trans - β -Ocimen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1055	γ-Terpinen	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0
1064	cis-Sabinen hidrat	1,4 ± 0,1	1,2 ± 0,2	1,4 ± 0,0	1,6 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,6 ± 0,2
1085	α-Terpinolen	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1096	Linalol	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1103	(2E,4E)-Oktadienal	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1119	cis-p-ment-2-en-1-ol	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1137	trans-Sabinol	0,1 ± 0,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1143	trans-dihidro-α-Terpineol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1150	Menton	11,1 ± 0,5	12,1 ± 1,0	10,2 ± 1,6	13,5 ± 0,0	8,3 ± 0,4	14,0 ± 1,1
1161	Mentofuran	9,5 ± 0,2	11,2 ± 0,9	10,5 ± 0,1	12,6 ± 1,0	10,3 ± 0,0	10,9 ± 0,1
1169	Mentol	43,4 ± 0,9	40,7 ± 0,4	43,6 ± 0,9	39,6 ± 1,5	40,1 ± 0,2	40,9 ± 1,1
1175	4-Terpineol	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,0	1,1 ± 0,0	0,9 ± 0,2	1,3 ± 0,0	0,7 ± 0,0
1181	cis-Pinokarveol	1,4 ± 0,0	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,4 ± 0,0	1,1 ± 0,0
1188	α-Terpineol	0,8 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,7 ± 0,0
1234	Pulegon	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,1
1252	Piperiton	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0

1270	neo-Mentil acetat	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,1	1,2 ± 0,0	1,0 ± 0,1
1293	Mentil acetat	13,3 ± 0,6	14,2 ± 0,3	13,1 ± 2,3	13,9 ± 1,3	18,6 ± 1,1	15,1 ± 2,0
1304	Izomentil acetat	0,9 ± 0,0	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	1,1 ± 0,1	0,8 ± 0,1
1382	(3Z)-Heksenil-(3Z)-heksenoat	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1388	β-Bourbonene	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,7 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,1
1417	β-Kariofilen	1,6 ± 0,2	1,4 ± 0,3	2,1 ± 0,0	1,4 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,6 ± 0,1
1451	α-Humulen	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1482	Germakren D	1,0 ± 0,0	0,9 ± 0,1	1,4 ± 0,1	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,1 ± 0,1
1493	δ-Selinen	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
1521	δ-Kadinen	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1582	Kariofilen oksid	0,1 ± 0,0	n.d.	0,1 ± 0,0	n.d.	0,1 ± 0,0	n.d.
1588	Globulol	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
1593	Viridiflorol	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
<i>Ukupno identifikovano (%)</i>		<i>99,8 ± 0,0</i>	<i>99,9 ± 0,1</i>	<i>100,0 ± 0,2</i>	<i>99,9 ± 0,1</i>	<i>99,9 ± 0,1</i>	<i>99,8 ± 0,2</i>
	Monoterpeni ugljovodnici	6,3 ± 0,3 ^{abc}	6,5 ± 0,2 ^{bc}	6,1 ± 0,2 ^{ab}	6,0 ± 0,3 ^a	6,6 ± 0,3 ^c	5,5 ± 0,2 ^d
	Oksidovani monoterpeni	87,5 ± 2,4 ^a	88,0 ± 2,5 ^a	86,4 ± 2,4 ^a	88,0 ± 3,3 ^a	87,5 ± 2,0 ^a	89,1 ± 1,4 ^a
	Seskviterpeni ugljovodnici	3,7 ± 0,2 ^a	3,4 ± 0,6 ^a	5,1 ± 0,2 ^b	3,4 ± 0,3 ^a	3,7 ± 0,3 ^a	4,0 ± 0,4 ^a
	Oksidovani seskviterpeni	0,3 ± 0,1 ^d	0,2 ± 0,1 ^{ab}	0,3 ± 0,1 ^{bcd}	0,2 ± 0,0 ^{abc}	0,3 ± 0,1 ^{cd}	0,1 ± 0,0 ^a
	Ostalo	0,5 ± 0,2 ^a	0,6 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,1 ^a	0,4 ± 0,1 ^a	0,5 ± 0,1 ^a	0,4 ± 0,0 ^a
<i>Prinos etarskog ulja (% v/w)</i>		<i>2,6 ± 0,1</i>	<i>2,4 ± 0,1</i>	<i>1,9 ± 0,2</i>	<i>2,3 ± 0,1</i>	<i>2,6 ± 0,1</i>	<i>2,1 ± 0,2</i>

RI – eksperimentalno dobijeni retencioni indeksi, izračunati u odnosu na seriju n-alkana (C6 – C28) na DB-5 koloni; n.d. – nije detektovano.

Tabela 27. Statistička značajnost uticaja vremena žetve i primene malčeva na procentualnu zastupljenost 8 komponenti etarskog ulja pitome nane (ANOVA).

Faktor	2016		2017	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vreme žetve	232,9	0,00**	316,7	0,00**
Tretmani	3,1	0,03*	6,1	0,00**
Vreme ocene * tretman	3,3	0,02*	7,5	0,00**

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 28. Statistička značajnost uticaja vremena ocene i primene malčeva na redukciju relativnog sadržaja hlorofila u listu pitome nane (ANOVA).

Faktor	2016		2017	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vreme ocene	9,16	0,01*	4,00	0,05 ^{ns}
Tretmani	5,88	0,00**	20,69	0,00**
Vreme ocene * tretman	0,31	0,91 ^{ns}	1,63	0,85 ^{ns}

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 29. Statistička značajnost uticaja primene malčeva na prinos stolona (ANOVA).

Faktor	F	p
Tretmani	16,20	0,00**
Godina * tretman	3,62	0,01*

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Tabela 30. Statistička značajnost uticaja dubine zemljišta i primene malčeva na reakciju zemljišta (ANOVA).

Faktor	2016				2017			
	pH/H₂O		pH/KCl		pH/H₂O		pH/KCl	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Dubina zemljišta	5,21	0,01*	2,22	0,12 ^{ns}	5,19	0,01*	5,20	0,01*
Tretmani	1,14	0,35 ^{ns}	1,08	0,38 ^{ns}	5,20	0,00**	2,40	0,04*
Dubina zemljišta*tretman	0,28	0,98 ^{ns}	1,01	0,45 ^{ns}	1,06	0,41 ^{ns}	0,88	0,56 ^{ns}

NZ - nije statistički značajno ($p > 0,05$); ($0,01 < p < 0,05$)*; ($p < 0,01$)**

Biografija kandidata

Ana (Vladislav) Dragumilo rođena je 29. marta 1989. godine u Beogradu. Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Beogradu. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Studijski program Biljna proizvodnja, modul Fitomedicina završila je 2012. godine sa prosečnom ocenom 9,15 odbranivši diplomski rad pod naslovom: "Uticaj viline kosice (*Cuscuta* sp. L.) na anatomske promene stabla lucerke (*Medicago sativa* L.) u uslovima sa i bez primene herbicida". Master akademske studije Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu završila je 2013. godine sa prosečnom ocenom 9,50 odbranivši master rad pod naslovom: "Uticaj viline kosice (*Cuscuta* sp. L.) na anatomske promene stabla i lista lucerke (*Medicago sativa* L.) u uslovima sa i bez primene herbicida". Doktorske akademske studije na studijskom programu Fitomedicina, Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu, upisala je školske 2013/14 godine. Kandidat je odabrao doc. dr. Draganu Božić kao mentora 1, a dr. Tatjanu Marković kao mentora 2. Tokom trajanja osnovnih i master studija bila je stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a od aprila 2014. godine postaje stipendista i na doktorskim studijama. Od tada pa do 2019. angažovana je na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, III 46008: "Razvoj integrisanih sistema upravljanja štetnim organizmima u biljnoj proizvodnji sa ciljem prevazilaženja rezistentnosti i unapređenja kvaliteta i bezbednosti hrane". Od oktobra 2017. godine zaposlena je u Institutu za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, odsek za istraživanje i razvoj u poljoprivredi (OPIR), kao istraživač saradnik.

Objavila je 33 naučna rada. Član je Društva za zaštitu bilja Srbije i Herbološkog društva Srbije. Aktivno se služi engleskim jezikom. Majka je jednog sina.

Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora Ana Dragumilo

Broj indeksa FM 13/09

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

Suzbijanje korova u pitomoj nani (*Mentha x piperita* L.) primenom prirodnih i sintetičkih malčeva

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati konkretno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis autora

U Beogradu, _____

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Ana Dragumilo

Broj indeksa FM 13/09

Studijski program Poljoprivredne nauke, modul: Fitomedicina

Naslov rada Suzbijanje korova u pitomoj nani (*Mentha x piperita* L.) primenom prirodnih i sintetičkih
malčeva

Mentor dr Dragana Božić, redovni profesor

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la radi pohranjivanja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu I u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis autora

U Beogradu, _____

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Suzbijanje korova u pitomoj nani (*Mentha x piperita* L.) primenom prirodnih i sintetičkih malčeva
koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
- 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade (CC BY-NC-ND)**
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molim da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci.
Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

Potpis autora

U Beogradu, _____

1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. **Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. **Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. **Autorstvo – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. **Autorstvo – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.