



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**



**Департман за Фитомедицину и заштиту
животне средине**

Глушчевић Љубомир

дипл. инж. Пољопривреде

**УТИЦАЈ ХИДРОЛАТА МЕНТЕ
НА РАСТ КОРОВСКИХ И ГАЈЕНИХ ВРСТА**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2026.



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**



**Департман за Фитомедицину и заштиту
животне средине**

Кандидат

Дипл.инж. Љубомир Глушчевић

Ментор

др Милена Попов,
ванредни професор

**УТИЦАЈ ХИДРОЛАТА МЕНТЕ
НА РАСТ КОРОВСКИХ И ГАЈЕНИХ ВРСТА**

Мастер рад

Нови Сад, 2026.

КОМИСИЈА ЗА ОДБРАНУ И ОЦЕНУ МАСТЕР РАДА:

др Милена Попов, ванредни професор

Ужа научна област: Хербологија

Пољопривредни факултет, Нови Сад

-Ментор-

др Наташа Мандић, ванредни професор

Ужа научна област: Хербологија

Пољопривредни факултет, Нови Сад

-Члан-

др Јована Шућур Елез, редовни професор

Ужа научна област: Хербологија

Пољопривредни факултет, Нови Сад

-Председник-

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	4
2.1. ДОБИЈАЊЕ И БИОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ХИДРОЛАТА	4
2.2. ХИДРОЛАТ МЕНТЕ (<i>Mentha x piperita</i>) И ЊЕГОВ УТИЦАЈ НА КЛИЈАВОСТ И РАСТ БИЉАКА	6
2.3. ТЕСТ БИЉКЕ	12
2.3.1. Соја (<i>Glicine max L.</i>).....	12
2.3.2. Кукуруз (<i>Zea mays L.</i>)	13
2.3.3. Обичан штир (<i>Amaranthus retroflexus L.</i>).....	14
2.3.4. Обичан тушт (<i>Portulaca oleracea L.</i>)	15
3. ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА.....	16
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА.....	17
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА	21
5.1. Утицај хидролата менте на клијанце кукуруза.....	21
5.2. Утицај хидролата менте на клијанце соје	28
5.3. Утицај хидролата менте на клијанце штира	34
5.4. Утицај хидролата менте на клијање тушта	36
6. ЗАКЉУЧАК.....	41

УТИЦАЈ ХИДРОЛАТА МЕНТЕ НА РАСТ КОРОВСКИХ И ГАЈЕНИХ ВРСТА Љубомир Глушчевић

РЕЗИМЕ

Експериментом је праћен утицај хидролата менте (*Mentha x piperita*) на раст соје, кукуруза, штира и тушта. Семена тест биљака су стерилисана и засејана у посебне огледне посуде које су затим стављене у клима комору. Хидролат менте је разблажен са дестилованом водом како би се поред раствора од 100%, добили 50 и 75% раствор. Након 10 дана огледне посуде су извађене из клима коморе и извршено је третирање биљака поменутим концентрацијама са тим да је контрола третирана дестилованом водом. Ефекат хидролата на тест биљке приказан је кроз праћење дужине и масе подземног и надземног дела биљака 7 дана од третмана. Добијени резултати су показали да је хидролат при различитим концентрацијама утицао стимулативно или инхибиторно на раст тестираних врста.

Кључне речи: хидролат, *Mentha x piperita*, соја, кукуруз, штир, тушт

INFLUENCE OF MINT HYDROLATES ON WEED AND CULTIVATED SPECIES Ljubomir Glušćević

SUMMARY

The experiment investigated the effect of peppermint (*Mentha x piperita*) hydrolate on the growth of soybean, maize, redroot pigweed, and common purslane. Seeds of the test plant species were surface-sterilized and sown in separate experimental containers, which were subsequently placed in a growth chamber. The peppermint hydrolate was diluted with distilled water to obtain 50% and 75% solutions, in addition to the undiluted (100%) hydrolate. After ten days, the experimental containers were removed from the growth chamber, and the plants were treated with the respective hydrolate concentrations, while the control treatment received distilled water. The effect of the hydrolate on the test plants was evaluated by measuring the length and biomass of both the aboveground and belowground plant parts seven days after treatment. The obtained results demonstrated that peppermint hydrolate, depending on the applied concentration, exerted either stimulatory or inhibitory effects on the growth of the tested plant species.

Key words: hydrolate, *Mentha x piperita*, soybean, maize, redroot pigweed, common purslane

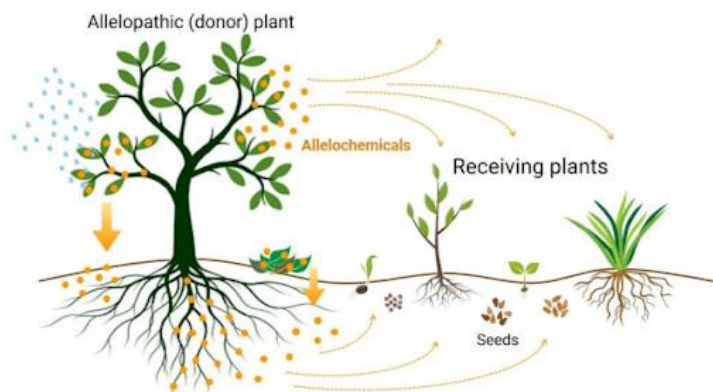
1. УВОД

У пољопривредној производњи коровске врсте причињавају штете гајеним усевима и могу довести до значајног смањења приноса (Oerke, 2006). Бројни чиниоци могу утицати на појаву и динамику ширења корова (земљиште, конфигурација терена, климатске прилике, антропогени фактори и др.) у различитим усевима и засадима, што је значајно за избор и примену средстава за њихово сузбијање (Talgre et al, 2008). Стога је употреба синтетичких хербицида у пољопривредној производњи готово неопходна. Међутим, ова синтетичка једињења су често веома токсична (Petit et al., 2015). Према званичним подацима ФАО након годину дана некоришћења пестицида, болести, инсекти и корови би умањили производњу хране у свету за до 30%, а губици у складиштима би се повећали за до 15%. Последњих година све се већа пажња посвећује штетном дејству хербицида на људско здравље и животну средину (Wołejko et al, 2020). Њихова интензивна дугогодишња употреба довела је до низа последица. Једна од њих је појава резистентности. Повезана је са поновљеном применом хербицида са истим механизмом деловања у истом усеvu, што омогућава опстанак најотпорнијих јединки унутар третираних врста корова које су претходно биле осетљиве (Beckie, et al., 2000; Holt, 1992). Због промене осетљивости популације штетног организма и појаве резистентности, долази до смањења ефикасности пестицида. Неопходна је примена другог пестицида како би се усеv заштитио, а то све доводи, како до економских губитака, тако и до значајног загађења животне средине. Интензивна употреба средстава за заштиту биља, као и њихова нестручна примена и непоштовање каренце, довела је до нагомилавања њихових остатака у животној средини и у пољопривредним производима, а то представља значајан проблем савремене пољопривреде (Vuković i Šunjka, 2021).

У циљу смањења употребе синтетичких хербицида све већа пажња се посвећује спровођењу алтернативних мера у заштити биља. То подразумева интегралну заштиту уз примену различитих биолошких средстава тј. биопестицида. Они представљају замену хемијским, синтетичким

једињењима. То, на пример, могу бити корисни микроорганизми или продукти њиховог метаболизма, или биљни екстракти и етарска уља. Улога њихове примене је да обезбеде потпуну заштиту усева уз што мању токсичност по животну средину. Биопестициди се брзо разграђују, имају краће каренце, делују циљано само на штетни организам, могу помоћи у сузбијању резистентних популација јер су им механизми деловања другачији од конвенционалних пестицида. Обзиром да се од пестицида хербициди највише користе, највећа је и потреба за проналажење алтернативних начина сузбијања корова. Једна од алтернатива у сузбијању корова је и алелопатија (Рејић, 2013; Rolli et al., 2014).

Добро је познато да се у природи често јавља међусобна хемијска интеракција биљака које се налазе у међусобној близини. Појам алелопатије први пут је увео 1937. године аустријски ботаничар Molish, а на основу његовог концепта Rice (1984) је дефинисао алелопатију као директни или индиректни, позитивни или негативни утицај једне биљке, гљиве или микроорганизма на другу биљку путем хемијских супстанци (алелохемикалија) које излучују у околину. Групу једињења која испољавају ефекат алелопатије чине алкалоиди, цијаногени гликозиди, протеини, кумарини и друга једињења (Cheng and Cheng, 2015) Алелохемикалије су углавном секундарни метаболити или њихови продукти који немају велику улогу у примарном метаболизму есенцијалном за преживљавање биљака (Swain, 1977). Отуда значај алелопатије у пољопривреди, а посебно у интегралној заштити од коровских врста. Неке ароматичне биљке, односно њихова етарска уља, показују свој алелопатски потенцијал.



Слика 1. Хемијска интеракција између биљака (алелопатија)

Извор: ba.cropprotection.net

Алелохемикалије се ослобађају у животну средину на много начина, на пример, као испарљиве материје из надземних делова, испарљиве материје из листова, излучивањем из корена или током разлагања. Верује се да лишће садржи највећи проценат алелохемикалија. Најнижи ниво секундарних метаболита пронађен је у семену и плодовима (Rice, 1984). Алелохемијске супстанце делују кроз директну интерференцију са физиолошким функцијама „примаоца“, као што су клијање семена, раст корена, раст изданака, раст стабљике, симбиотска ефикасност или делују индиректно кроз адитивни или синергистички утицај заједно са патолошким инфекцијама, повредама инсеката и/или животном средином (Dahiya et al., 2017). Алелохемикалије могу да промене неколико физиолошких и биохемијских процеса, укључујући искоришћење воде, узимање минерала, експанзију лишћа, фотосинтезу, метаболизам аминокиселина, синтезу протеина, гликолизу, митохондријално дисање и синтезу АТП-а (Mahdavia et al., 2016).

Последњих година расте заинтересованост за етарска уља као могућу замену синтетичких пестицида. Хидролати, који су нуспроизвод при производњи етарских уља, све су већи објекат истраживања са циљем њихове могуће примене у заштити биља.

У овом раду описано је деловање различитих концентрација хидролата менте на раст и развој неколико економски значајних коровских врста, као и неколико гајених биљних врста.

Хидролати настају као споредни продукт при производњи етарских уља (Aćimović et al., 2020), тачније представљају кондензовану водену пару која у себи садржи мањи проценат испарљивих компоненти етарског уља. За велики број хидролата лековитих биљака су потврђена антифунгална, антибактеријска или антиоксидативна својства (D'Amato et al., 2018, Guarda et al., 2011), па су многи од њих нашли широку примену у фармацеутској, прехранбеној и козметичкој индустрији, као и у ароматерапији (Labadie et al., 2016). С обзиром да је њихова производња лака и јефтина, да имају мању испарљивост и токсичност од етарских уља и да показују позитивне ефекте у сузбијању болести и штеточина, од великог је значаја испитивање могуће примене хидролата у пољопривреди, у контроли штетних агенаса, на пример корова.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1. ДОБИЈАЊЕ И БИОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ХИДРОЛАТА

Хидролати (цветне водице, хидросоли, ароматична вода) настају у производњи етарских уља као нуспроизводи. Хидролати представљају кондензовану водену пару која у себи садржи молекуле етарских уља растворљивих у води. Из овог разлога, хидролат у неким случајевима има сличан хемијски састав као и етарско уље (цитруси, каранфилић, лаванда, матичњак итд.), док постоје и они који се значајно разликују од пратећег уља (*Abies* sp., *Daucuscarota* итд.) (Aćimović i sar., 2020). Хидролати садрже малу количину етарског уља и зато су мање ароматични, те се могу користити у козметичкој и прехранбеној индустрији у неразређеном облику. Они представљају киселе течности чија рН вредност износи 4,5-5. Испарљиве компоненте из хидролата су углавном монотерпенски алкохоли, алдехиди и кетони и сесквитерпенски алкохоли. Они су хидрофилна једињења. Хидролати су нестабилна једињења и лако се кваре, те су подложни микробиолошкој контаминацији. Могуће их је стерилисати уз помоћ посебних филтера или се додају алкохоли или различити конзерванси (Dobrić, 2016). Сличност између састава етарског уља и хидролата зависи углавном од односа угљоводоничних и кисеоничних једињења у етарском уљу. У материјалима у којима су једињења са кисеоником доминантна у етарском уљу степен сличности између уља и хидролата је веома висок. Обрнуто, када су угљоводоници главни састојак етарског уља, састав хидролата се значајно разликује од састава етарског уља (Aćimović i sar., 2020). Хидролати могу бити пријатног или непријатног мириса, сличног до различитог од етарског уља. У зависности од хемијског састава, утврђено је да хидролати могу имати антибактеријску, антифугалну, антивиралну и антиоксидативну активност. Мања биолошка активност хидролата у односу на етарска уља је свакако њихова мана (Koiou et al., 2020).

Хидролати неких биљних врста имају изражену антибактеријску активност према грам-позитвним бактеријама. Грам-негативне бактерије показују отпорност на дејство хидролата. Истраживањем је доказана антибактеријска активност хидролата

оригана према *Escherichi coli* на неким повртарским усевима, као и антибактеријска активност 50 и 75% хидролата тимџана и оригана на *Staphylococcus aureus* и *Yersinia enterocolitica* (Sağdıç, 2003). Морућа је и примена хидролата у прехранбеној индустрији за дезинфекцију (Chorianopoulos et al., 2008). Хидролат *Citrus aurantifolia* поред антифунгалног има и антибактеријско деловање на *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Enterococcus faecalis* (Acheampong et al. 2015).

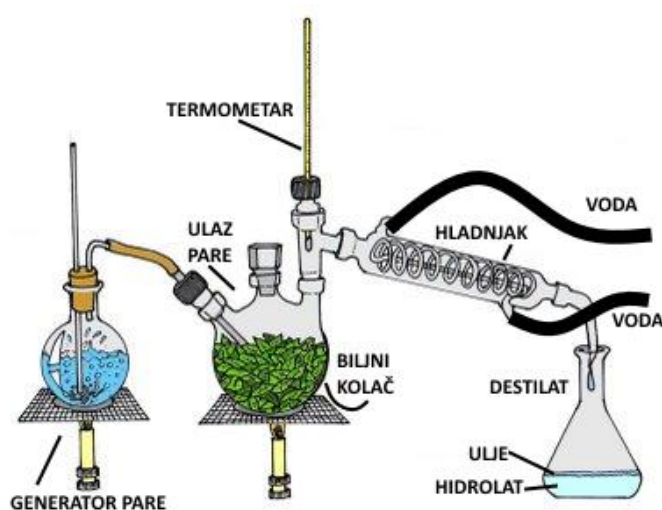
Код неких хидролата утврђено је антифунгално деловање код великог броја биљних врста. Хидролати *Satureja hortensis* и *Echinophora tenuifolia* показали су антифунгално дејство на *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum f. sp tulipae*, *Botrytis cinerea* и *Alternaria citri* (Boyraz and Özcan, 2005; Boyraz and Özcan, 2006). Утврђено је и антифумигатно деловање хидролата менте на *Aspergillus fumigates*, док је исти хидролат стимулисао пораст сојева *Botrytis cinerea* и *Penicillium cyclopium* (Wojcik-Stopczynska et al. 2012). Према истраживањима Acheampong et al. (2015) хидролат *Citrus aurantifolia* има антифунгално деловање на *Candida albicans*. Хидролат гајене мркве показује антифунгално дејство према *Penicillium expansum* и *Botrytis cinerea* (Zatla et al., 2017). Фенолна једињења као што су тимол, егенол, карвон и киномалдехид показују снажну антифунгалну активност. Имају способност да инхибирају производњу фумонизина. Оваква једињења могу инхибирати производњу алфатоксина мењајући модулаторе синтезе микотоксина или сигналне путеве трансдукције (Samarundo et al, 2007; Dambolena et al., 2011; Holmes et al., 2008). Тимол има способност да утиче на морфологију мицелија, изазивајући промене у положају хитина у хифама (Morcia et al., 2012).

Поред антибактеријских и антифунгалних особина, хидролати неких биљака показују и антивиралну активност. Тако је, на пример, за хидролат *Dittrichia viscosa*, утврђена антивирална активност на вирус мозаика дувана (Vuko et al., 2021).

Која метода ће се користити за добијање етарског уља зависи од квалитета и типа ароматичног продукта који се жели добити. Најједноставнији начин да се изолују из биљне сировине је дестилација воденом паром, а поред тог поступка користе се: фракциона дестилација, хладно цеђење, екстракција растварачем, суперкритична CO₂ екстракција (Марковић, 2011).

Поступак добијања етарског уља дестилацијом воденом паром се заснива на проласку вреле водене паре кроз биљни материјал, при чему водена пара ослобађа етарско уље из биљних ћелија и преноси га до кондензатора. У кондензатору водена

пара и етарско уље прелазе из гасовитог у течно стање. Кондензовано етарско уље са водом се накупља у тзв. „флорентинској боци“. У њој долази до раздвајања два слоја течности – горњи слој чини етарско уље, а доњи слој водени хидролат. До тога долази јер се етарско уље не меша са водом и лакше је од ње. Дакле, тако настаје хидролат – као нуспроизвод при производњи етарског уља. Још се називају и хидросоли, цветне или ароматичне воде. Најквалитетнији хидролат је онај који је настао при првој дестилацији. Они се често мешају са другим компонентама, као што су алкохоли и конзерванси, како би се сачували, јер их одликује нестабилност (Marković, 2011).



Слика 2. Процес добијања хидролата процесом дестилације
Извор: www.koval.hr/blogky/ulja/destilacija/pages.html

2.2. ХИДРОЛАТ МЕНТЕ (*Mentha x piperita*) И ЊЕГОВ УТИЦАЈ НА КЛИЈАВОСТ И РАСТ БИЉАКА

Mentha x piperita L. (питома нана, мента) је лековита и медоносна биљка која се користи за производњу етарских уља. Она је хибрид врста *M. aquatica* L. и *M. spicata* L. и сматра се једном од најважнијих биљака из породице Lamiaceae. Питома мента је зељаста, веома ароматична тамнозелена биљка. Разгранато стабло може нарасти до 1 метар висине, а листови су јајолики, издужени и плитко назубљени по ивици. Цветови су мали и ружичасти, сакупљени у округле цвасти које су постављене директно једна изнад друге, чинећи класичну цваст (Дајић Стевановић и сар., 2013). Листови се беру пре цветања биљке, а са појавом бочних изданака

повећава се садржај етарског уља. Питома мента садржи више од двадесет различитих компоненти, а њен карактеристичан мирис и укус потичу од најважнијег састојка, ментола, који чини 40-60% уља и највише се налази у младим листовима. Састав етарског уља зависи од сорте биљке, а најважније компоненте су ментол, ментон, неоментол, 1,8-цинеол, лимонен, пулегон и β -кариофилен (Keifer et al., 2007; Marković, 2011).



Слика 3. *Mentha piperita*
(извор: www.floralencounters.com)



Слика 4. *Mentha aquatica*
(извор: www.inaturalist.org)



Слика 5. *Mentha spicata*
(извор: www.nzpcn.org.nz)

Тренутно се мента сади широм света и користи се као арома у кухињи, прехранбеној индустрији, као и извор есенцијалних уља која се широко користе у фармацији (посебно у ароматерапији) и козметологији (Bufalo et al., 2015).

Хидролати, или цветне воде, представљају нуспроизвод у процесу екстракције етарских уља. Састоје се углавном од воде и малих количина у њој

растворених материја. Те материје су највећим делом етарска уља и друге материје карактеристичне за биљну врсту. Хидролати су безбојни, до благо жуте боје, користе се у различите сврхе (ароматерапије, храна, козметика) и морају се складиштити на тамном месту (Аћимовић и сар., 2020).

Хидролати се већ дуги низ година користе у заштити биља као природни пестициди. Док се тачан почетак употребе хидролата у заштити биља не може прецизно утврдити, они се вероватно користе вековима. У прошлости, хидролати су се користили у различите сврхе у пољопривреди, укључујући контролу штеточина, раст биљака и побољшање отпорности на болести. Многе културе широм света су користиле хидролате у традиционалној медицини, укључујући арапске, кинеске и индијске културе. Данас се хидролати користе у органској пољопривреди као природни пестициди, а њихова употреба у одрживим методама гајења биљака све се више истражује. Хидролати су познати по томе што су безбеднији за животну средину и не штете корисним организмима као што су пчеле и други инсекти који су важни за опрашивање и одржавање екосистема (Garzoli et al., 2020).

Хидролат *Mentha x piperita*, који је један од нуспроизвода у процесу производње етарског уља, значајно се разликује по свом хемијском саставу у односу на етарско уље. Међутим, истраживања су показала да и након накнадне дестилације хидролат *M. piperita* задржава значајне количине састојака као што су ментол (Arsanjani et al., 2020), кариофилен оксид и кадинен (Sapra et al., 2010). Ментол, ментон и друге компоненте *M. piperita*, као и хидролати произведени на комерцијалној основи, релативно су стабилни на собној температури најмање 12 месеци (Garneau et al., 2014). Од ових компонената највише и зависи биолошко дејство етарских уља и хидролата (Fatemi et al., 2014). Хидролати менте имају терапеутска и ароматична својства и заузимају значајно место на међународном тржишту.

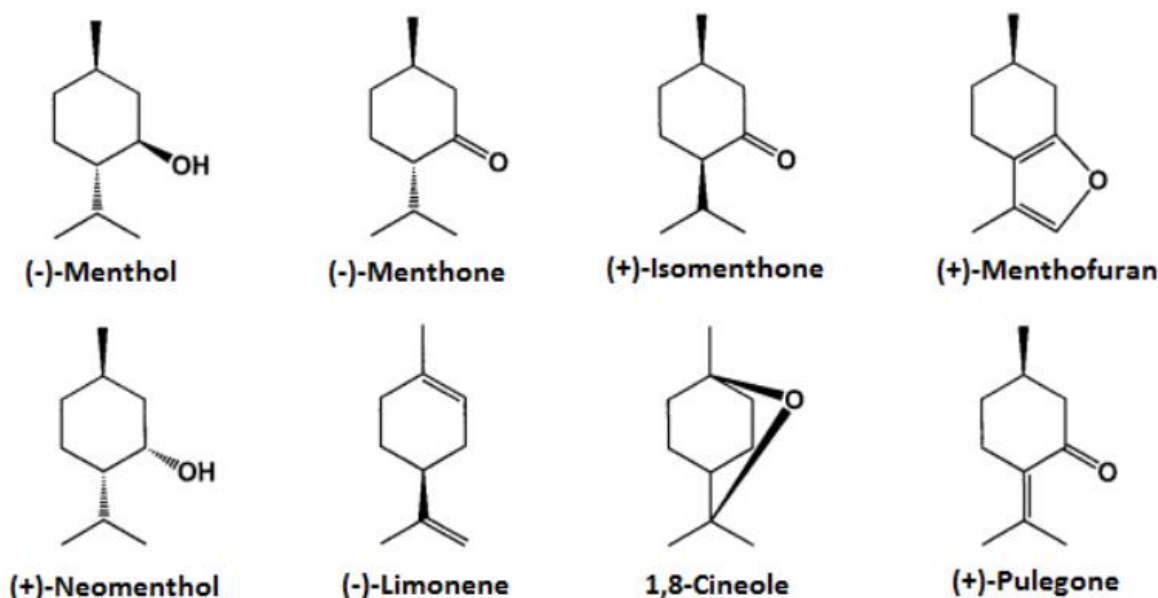
Ментол је органско једињење које се налази у етарским уљима и хидролатима биљака менте. На собној температури, то је чврста кристална супстанца, беле боје, пријатног, освежавајућег мириса. Користи се у многим гранама привреде, као што су прехранбена индустрија, козметика, али и пољопривреда. Ментол има акарицидна својства, што га чини корисним за сузбијање гриња у пољопривреди. Студије су откриле да ментол може бити ефикасан у контроли гриња као што су обични паучинар, цитрусна црвена гриња и европска црвена гриња (Lee et al., 2010). Ментол се може користити у различитим облицима, као што су спрејеви, фумиганти и

уређаји за споро отпуштање, за контролу гриња (Murdock and Baoua, 2014). Ментол се сматра релативно безбедном алтернативом синтетичким акарицидима, јер се добија из природних извора и има ниску токсичност за сисаре (El-Wahab et al., 2017). Међутим, важно је напоменути да ментол може имати негативне ефекте на неке корисне инсекте, као што су пчеле (Nikolić i sar., 2020).

Ментон је органско једињење, монотерпенски кетон који се налази у различитим есенцијалним уљима, посебно у уљима биљака нане (*Mentha sp.*). Има освежавајућу арому и укус и често се користи у индустрији хране, укуса и мириса. Поред тога, ментон је проучаван због његових потенцијалних терапеутских својстава, као антимикробни и антиинфламаторни агенс. Ментон је једињење са 10 угљеникових атома ($C_{10}H_{18}O$) које се јавља у форми 4 стереоизомера (Ager, 2005). Утврђено је да ментон има инсектицидна својства и може бити ефикасан у контроли гриња у пољопривреди. Ментон делује тако што омета нервни систем гриња, што доводи до парализе и угинућа.

Табела 1. Хемијски састав (%) дестилованих етарских уља из *Mentha x piperita* (Saharkhiz et al., 2012)

		RI	%
1.	α -Pinene	939	0,32
2.	Sabinene	975	0,26
3.	β -pinene	975	0,58
4.	1,8 Cineole	1031	6,69
5.	cis-Sabinene hydrate	1070	0,50
6.	Menthone	1152	2,45
7.	Menthofuran	1164	11,18
8.	Neomenthol	1165	2,79
9.	Menthol	1171	53,28
10.	Neomenthyl acetate	1273	0,65
11.	Menthyl acetate	1295	15,10
12.	Isomenthyl acetate	1305	0,61
13.	β -Bourbonene	1388	0,37
14.	(z)-Caryophyllene	1408	2,06
15.	E- β -farnesene	1456	0,30
16.	Germacrene D	1485	2,01
17.	Bicyclogermacrene	1500	0,22
	Укупно		99,37



Слика 6. Хемијске структуре главних компоненти етарског уља *Mentha x piperita*
(извор: www.examine.com)

Иако је фитотоксично дејство етарског уља менте описано у више истраживања, већина њих углавном се односи на *in vitro* биолошке тестове (Scognamiglio et al., 2013). Етарско уље менте богато је ментолом и ментоном, као и 2-фенетил пропионатом, носиоцима биолошке активности. 2-фенетил пропионат из менте патентиран је као хербицид, који се сматра безбедним за животну средину и здравље људи с обзиром на то да се користи за ароме у прехранбеној индустрији (Dayan et al., 2009). Тако, етарско уље менте успешно инхибира клијање семена лупине и дивље горушице (Campiglia et al., 2007), медитеранског љуља *Lolium multiflorum*, *Portulaca oleracea* и *Echinocloa crus-galli* (Ibáñez and Blázquez, 2018), као и *Erigeron bonariensis* L. (Verdeguer et al., 2020). Даље, етарско уље менте делује инхибиторно на клијање и пораст клијанаца коровских врста као што су: *Convolvulus arvensis*, *Portulaca oleracea*, али и ротквице и парадајз (Rolli et al., 2014; Mahdavi et al., 2015).

С друге стране, утврђено је да хидролат менте делује стимулативно на раст и физиолошке карактеристике парадајза (Khalil et al., 2025). Хидролат менте у *in vitro* тестовима деловао је инхибиторно на клијање и пораст клијанаца коровске врсте *Ambrosia artemisiifolia* (Konstantinović et al., 2022) док исти хидролат не утиче инхибиторно на клијање луцерке (Aćimović et al., 2023). Özkan и Tunçtürk (2021) утврдили су да се при примени 100% хидролата менте клијавост штира умањује за више од 50%. Потврђен је алелопатски утицај хидролата *M. piperita* на лековиту биљку ехинацеу *Echinacea purpurea* (L.) Moench (Yeşil, 2021). Ментол и ментон имају изражен инхибиторни ефекат на клијавост семена неких биљака као што су *R. sativus* и *Lepidium sativum* L. (Martino et al., 2010).

2.3. ТЕСТ БИЉКЕ

2.3.1. Соја (*Glycine max* L.)

Соја због своје заступљености у исхрани становништва и гајених животиња, као и примене у привреди и индустрији, припада групи најзначајнијих пољопривредних усева на планети. У људској исхрани соја се користи у виду брашна, сојиног уља, сојиног млека, као и других производа. Соја води порекло из Кине и сматра се да је настала од дивље соје.

Таксономија: Фамилија: *Fabaceae*

Род: *Glycine*

Врста: *Glycine max* (L.) Merr.

Соја има велике захтеве према топлоти, јер је биљка топле климатске зоне. Минимална температура за клијање је 8-10 °C , а оптималне се крећу 15-20 °C . Сазревање соје нормално тече при температурама 14-16 °C (Spasojević i sar., 1981; Molnar, 1988).



Слика 7. Семе соје коришћено у огледу
(Фото: оригинал)

2.3.2. Кукуруз (*Zea mays* L.)

Кукуруз је једна од најважнијих пољопривредних врста која се користи за исхрану људи, стоке и за прерађивачку индустрију. Индустријском прерадом из кукуруза се може добити преко 500 различитих производа. То су пре свега прехранбени производи, медицински производи, фармацеутска и козметичка средства, текстилни производи, хемијски производи и многи други. Кукуруз је пореклом из Америке. О његовој ужој постојбини постоји неколико хипотеза, али је највише мишљења да је пореклом из Мексика. Закључено је да је данашњи кукуруз настао од примитивног претка који је имао мекан клип и зрна покривена плевама. Фактори који су довели до промене примитивног кукуруза у модерни кукуруз су мутације, селекција и утицај човека.

Таксономија: Фамилија: *Poaceae*

Род: *Zea*

Врста: *Zea mays* L.

Минимална температура за клијање кукуруза је 8 °C, оптималне температуре се крећу у распону од 18 до 20 °C (Saud, 2008; Spasojević i sar., 1981).



Слика 8. Семе кукуруза коришћено у огледу
(Фото: оригинал)

2.3.3. Обичан штир (*Amaranthus retroflexus* L.)

Обичан штир је једногодишња коровска врста која се јавља у умереним и суптропским климатским регионима. Стабло је усправно и при врху повијено, висине 30-130 cm. Листови су бледо-зелени, 3-8 cm дуги, јајастог облика, слабо длакави. Цваст је усправна густа класолика метлица, која се налази на врху стабла и у пазуху листова, састоји се из ситних цветова. Цвета од лета до јесени. Размножава се семеном. Производи 1000-5000 семена клијавих и преко 40 година (Hulina, 1998). Потребно му је много топлоте да би проклијало. Семе је црно, сјајно, са тврдом семењачом, 1 mm дугачко, и лако се расејава. Свеже семе је слабо клијаво. Најбоље клија следећег пролећа. У току вегетације се могу јавити 2 генерације. Грејањем семена се повећава клијавост (Константиновић и сар., 2021). Може се пронаћи како у ораницама, тако и на запуштеним теренима (Ghorbani et al., 1999).

Таксономија: Фамилија: *Amaranthaceae*

Род: *Amaranthus*

Врста: *Amaranthus retroflexus* L.

Ницање ове коровске врсте може бити доста неуједначено у поређењу с гајеним биљним врстама. Разлог овога је велика генетска варијабилност популације семена у погледу захтева за клијање, али и чињенице да се семена могу на истом пољу налазити на различитим дубинама у земљишту (Weaver et al., 1987). Према Ghorbani et al. (1999) минимална температура потребна за клијање семена ове врсте је 5°C, а максимална 25-40°C. Услед све веће количине пестицидних остатака у храни и животној средини, све је већа пажња посвећена налажењу решења за постизање интегралне заштите усева од ове коровске врсте (Bürki et al., 1997).

2.3.4. Обичан тушт (*Portulaca oleracea* L.)

Тушт је једногодишња, сукулентна коровска врста из фамилије *Portulacaceae*. Листови су лоптастог облика, сочни, у доњем делу наизменично распоређени, а у горњем наспрамни. Цветови су жуте боје, ситни, појединачни или по 2-3 заједно у пазуху листова. Цвета од јуна до августа. Плод је чаура, дуга око 5 mm. Семе је бубрежастог облика и црне боје. Јак је компетитор. Лако се укоренењује, чак и после чупања ако дође у додир са земљом. Домаћин је великог броја нематода. Међутим, он има и лековита својства, и медоносна је врста. Такође се користи у људској исхрани. Често се јавља у окопавинама (Konstantinović i sar., 2021; Ljevnaić-Mašić i sar., 2020).

Таксономија: Фамилија: *Portulacaceae*

Род: *Portulaca*

Врста: *Portulaca oleracea* L.



Слика 9. Семе *Amaranthus retroflexus*
(Фото оригинал)



Слика 10. Семе *Portulaca oleracea*
(Фото оригинал)

3. ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА

Задатак овог рада је да се у контролисаним, лабораторијским условима испита утицај различитих концентрација менте на раст гајених тест биљака соје и кукуруза, као и коровских биљака: штира и тушта (због слабе клијавости, првобитно планиране коровске тест биљке вилина косица и коровско просо, изузете су из мастер рада), као и утицај хидролата на садржај укупних фенола, активност супероксид-дисмутазе и интензитет липидне пероксидације у листовима третираних биљака.

Коришћене су различите концентрације хидролата (50, 75 и 100%) које су добијене додавањем дестиловане воде у чист хидролат, док је за контролу коришћена дестилована вода.

Циљ истраживања је био да се одреди утицај хидролата менте на изабране гајене и коровске биљке, као и утврђивање могућности примене овог хидролата у контроли корова.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

У огледу је праћен утицај хидролата менте на раст одабраних гајених и коровских врста.

Семе соје и кукуруза добијено је из Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, док је семе корова (штир, тушт) сакупљено на неколико локалитета у околини Новог Сада током 2023. и 2024. године.

Хидролат менте (*Mentha x piperita*) добијен је као нуспроизвод приликом дестилације етарског уља менте у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду - Одељење за повртарске и алтернативне биљне врсте у Бачком Петровцу. Током целог експеримента хидролат је чуван у фрижидеру на 8°C.

Након стерилисања семена са 2% NaClO, по 100 семена сваке тест биљке је посејано у огледне посуде са растреситом хумусном подлогом, у четири понављања. Огледне посуде су затим стављене у клима комору на 22°C/20°C током 12-часовног периода и при влажности од 65% током 10 дана. Хидролат је разблажен дестилованом водом како би се, поред 100% раствора, добио 50, 75% раствор, што је учињено непосредно пре постављања експеримента. Након 10 дана, извршено је третирање са напоменутим концентрацијама хидролата, са тим да је контрола третирана дестилованом водом. Након 7 дана од третмана испитана је дужина надземних и подземних делова тест биљака као и њихова свежа маса. Након тога, рађена су испитивања укупних фенола спектрофотометријски по методи Hagerman et al. (2000), и укупних флавоноида по методи Markham (1989). Активност супероксид-дисмутазе и интензитет липидне пероксидације су одређени по методама Mandal et al. (2008). За обраду експерименталних резултата је коришћен софтверски пакет STATISTICA 14.



Слика 11. Третирање биљака соје хидролатом менте
(Фото: оригинал)



Слика 12. Биљке соје и кукуруза пре мерења
(Фото: оригинал)



Слике 13. и 14. Мерење дужине коренка и надземног дела соје
(Фото: оригинал)



Слика 15. Биљке штира пре третирања хидролатом менте
(Фото: оригинал)



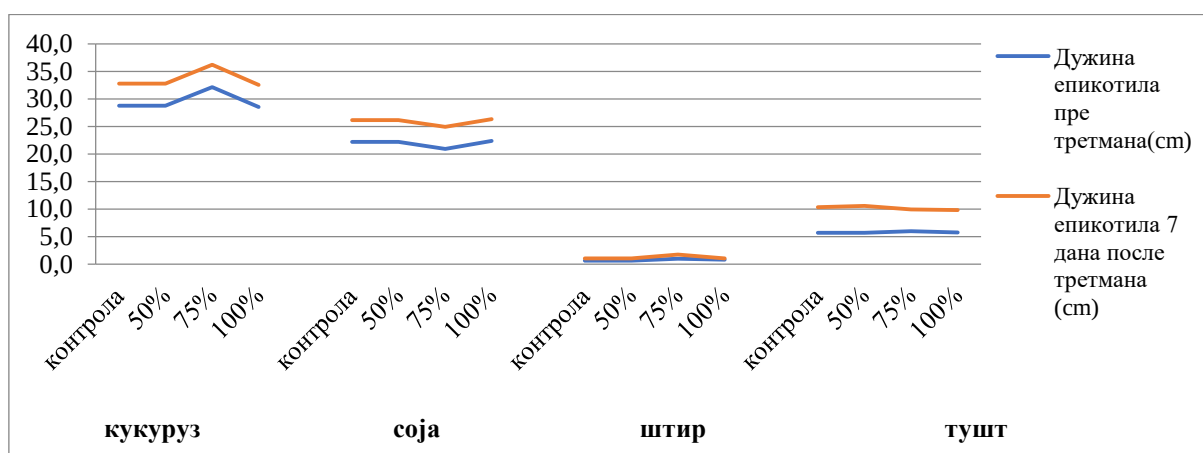
Слике 16. и 17. Припрема мацерата за испитивање биохемијских параметара
(фото: оригинал)



Слика 18. Спектрофотометар
(фото: оригинал)

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Када се упоређује пораст епикотила тест биљака пре и 7 дана након примене хидролата, код кукуруза и соје не уочава се већа промена у интензитету пораста, али се код коровских врста штира и тушта уочава смањење динамике пораста епикотила третираних највећом концентрацијом хидролата (100%) у односу на дужину епикотила пре третмана. Овај вид упоређивања није било могуће спровести на хипокотилима третираних биљака.



Графикон 1. Поређење пораста епикотила пре и 7 дана након третмана хидролатом менте

5.1. Утицај хидролата менте на клијанце кукуруза

Сви третмани са хидролатом утичу стимулативно на дужину хипокотила кукуруза у односу на контролу. Код дужине епикотила, највећа стимулација пораста је код примене 75% хидролата. Код масе хипокотила најбољи резултат даје варијанта са применом 100% хидролата менте, а код масе епикотила 75% и 100% дају готово идентичне резултате (табела 2).

Табела 2. Средње вредности и стандардна девијација дужине и масе третираних клијанаца кукуруза

Особина	Контрола	50%	75%	100%
Дужина хипокотила (cm)	16,26 ± 2,94	21,24 ± 4,15	20,83 ± 3,00	20,35 ± 2,87
Дужина епикотила (cm)	32,70 ± 5,58	33,07 ± 5,02	36,19 ± 5,77	32,54 ± 5,11
Маса хипокотила (g)	0,333 ± 0,092	0,429 ± 0,083	0,421 ± 0,096	0,489 ± 0,137
Маса епикотила (g)	1,059 ± 0,257	1,168 ± 0,290	1,227 ± 0,285	1,219 ± 0,307

Из табеле 3. види се да сваки третман веома значајно делује на стимулацију пораста хипокотила у поређењу са контролом, али између варијанти са 50%, 75% и 100% хидролатом нема статистички потврђене разлике.

Код утицаја хидролата на дужину епикотила, 75% очигледно представља оптимум за стимулацију пораста епикотила. Концентрација 50% практично ништа не мења у односу на контролу, 75% повећава дужину за око 10,7%, а при 100% ефекат потпуно нестаје.

Табела 3. Games–Howell post-hoc тест значајности утицаја различитих концентрација хидролата на дужину хипокотила.

Поређење	Разлика	p	Закључак
Контрола – 50%	–4,98 cm	<0,000001	значајно
Контрола – 75%	–4,57 cm	<0,000001	значајно
Контрола – 100%	–4,09 cm	<0,000001	значајно
50% – 75%	0,41 cm	0,940	није значајно
50% – 100%	0,89 cm	0,599	није значајно
75% – 100%	0,48 cm	0,849	није значајно

Из табеле 4. закључује се да све концентрације хидролата утичу на повећање масе хипокотила у односу на контролу, али третман 100% хидролатом даје највећу масу хипокотила. Што се тиче масе епикотила, 75% и 100% повећавају масу у односу на контролу, док повећање код 50% није довољно велико да би било статистички потврђено.

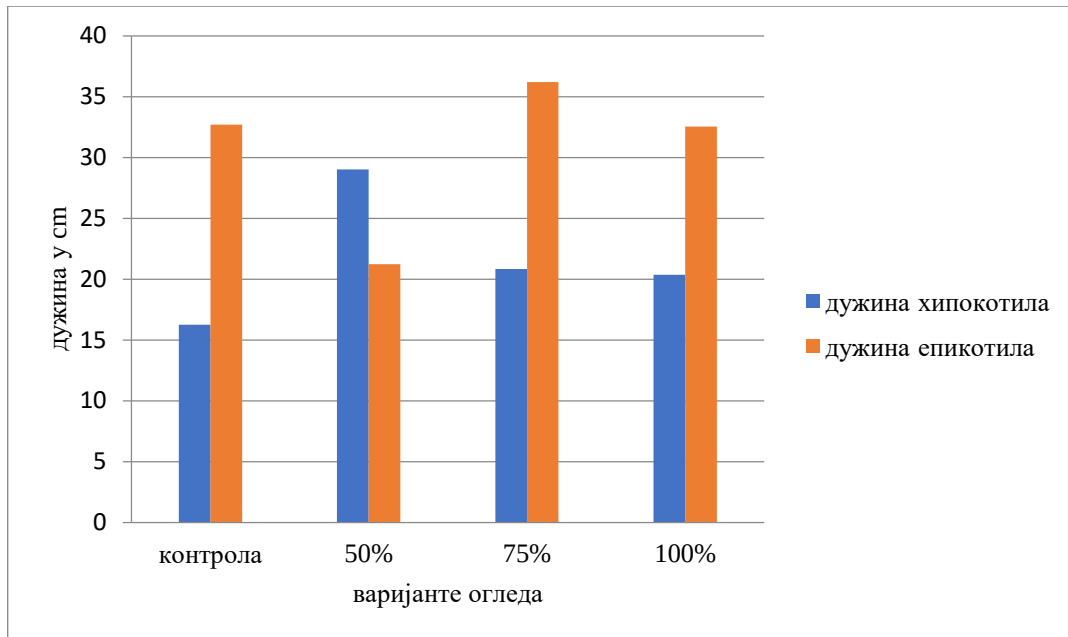
Табела 4. Games–Howell поређење утицаја различитих варијанти огледа на масу хипокотила кукуруза

Поређење	Разлика	p	Закључак
Контрола – 50%	–0,096 g	<0,00001	значајно
Контрола – 75%	–0,088 g	<0,0001	значајно
Контрола – 100%	–0,157 g	<0,000001	значајно
50% – 75%	+0,008 g	0,971	није значајно
50% – 100%	–0,060 g	0,0437	значајно
75% – 100%	–0,068 g	0,0240	значајно

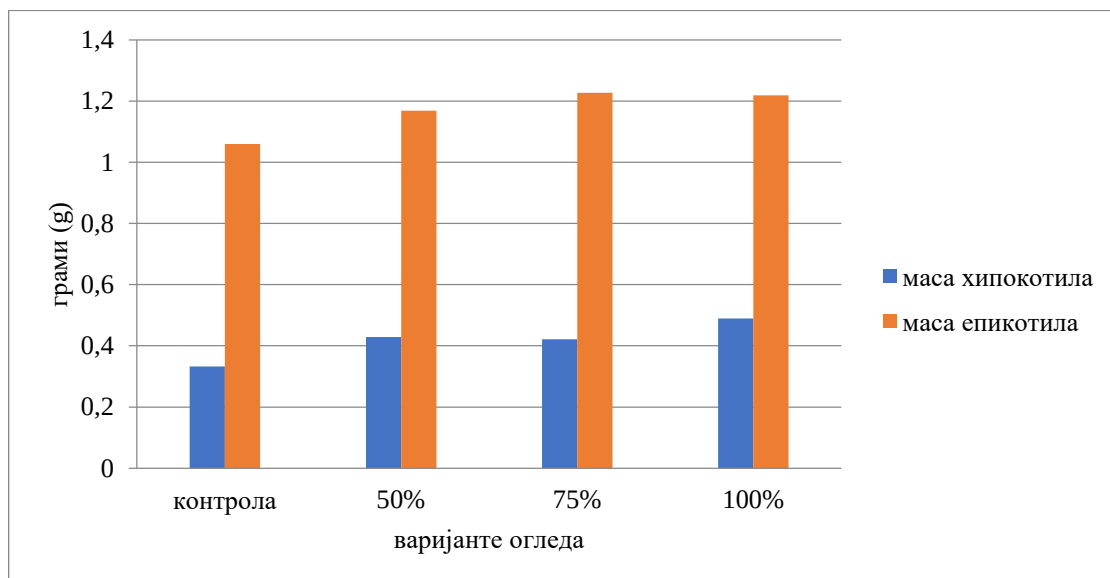
Резултати показују да третман има врло изражен стимулативан ефекат на хипокотил кукуруза, посебно на његову биомасу. Дужина хипокотила је повећана за приближно 25–31% у свим третманима, а маса за приближно 27–47%. Међутим, за дужину хипокотила већ је 50% хидролат довољан за максималан ефекат и веће концентрације хидролата (75 или 100%) не доводе до веће стимулације пораста. Насупрот томе, за масу хипокотила 100% хидролат даје најбоље резултате у смислу стимулације пораста.

Епикотил реагује другачије. За његову дужину постоји јасан максимум код примене 75% хидролата, док 100% даје резултат сличан контроли. То може указивати на постојање оптималне концентрације, након које се стимулација раста губи.

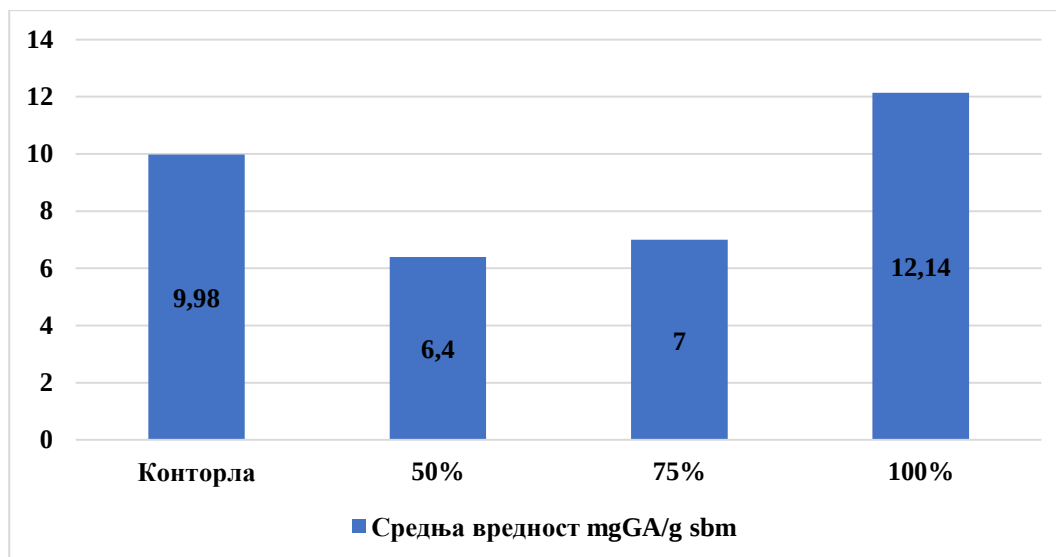
За масу епикотила су 75% и 100% хидролати приближно једнако ефикасни, са повећањем од око 15% у односу на контролу.



Графикон 2. Ефекат различитих концентрација менте на просечне дужине хипокотила и епикотила кукуруза

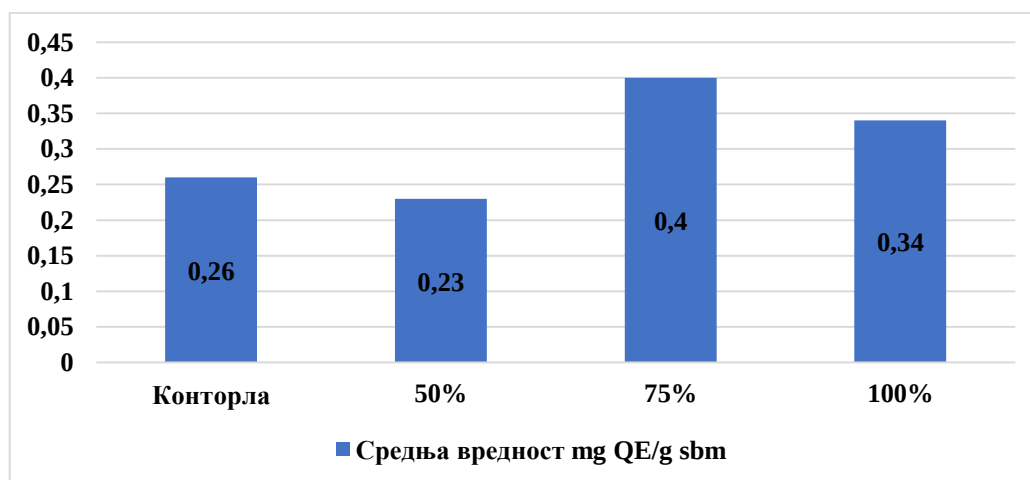


Графикон 3. Ефекат различитих концентрација менте на просечне масе хипокотила и епикотила кукуруза



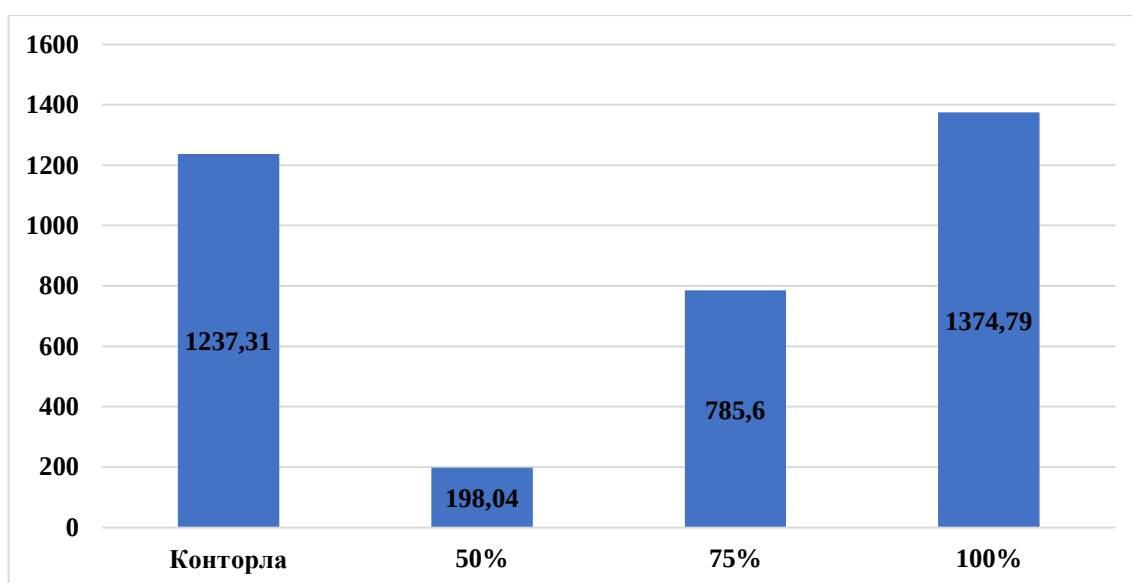
Графикон 4. Садржај укупних фенола у кукурузу, изражен у mg еквивалената галне киселине по g суве масе биљног материјала

Садржај укупних фенола у контролиној групи биљака је износио 9,98 mg GA/g s.b.m. У биљкама третираним са 50% и 75% хидролатом менет измерен је нижи садржај укупних фенола у одмосу на измерене вредности у контролној групи биљака, 6,40, односно 7,00 mg GA/g s.b.m. Међутим, у биљкама третираним са 100% хидролатом измерен је највећи садржај укупних фенола 12,14 mg GA/g s.b.m., што представља највишу вредност међу свим третманима. Ово указује да код кукуруза највећа примењена концентрација хидролата испољава ефекат на акумулацију фенолних једињења, док ниже концентрације нису показале исти ефекат.



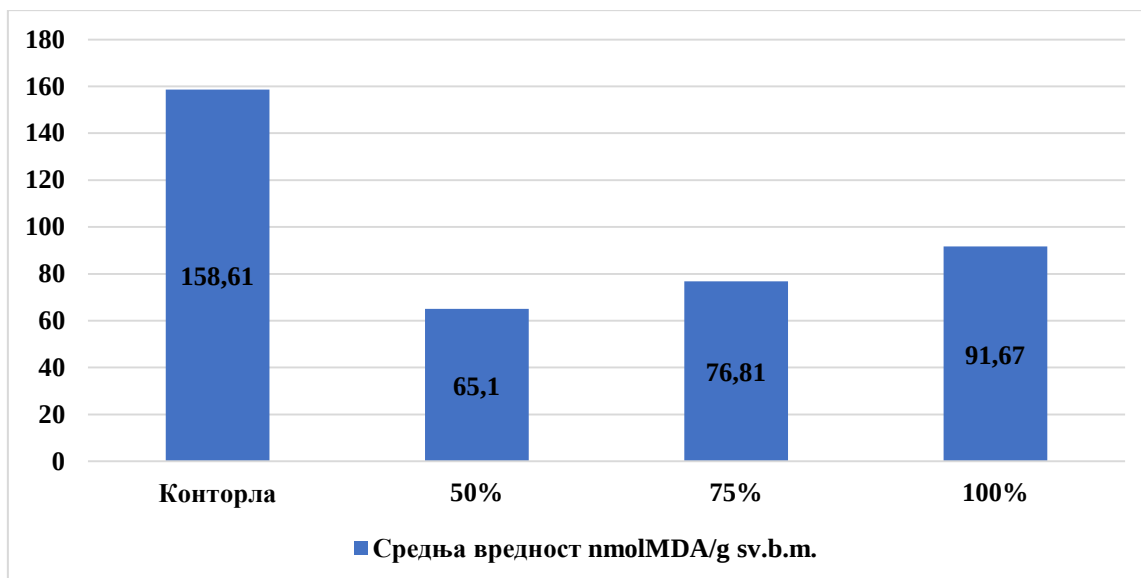
Графикон 5. Садржај укупних флавоноида у кукурузу, изражен у mg еквивалената галне киселине по g суве масе биљног материјала

Најнижи садржај укупних флавоноида забележен је код биљака третираних 50% концентрацијом хидроалта (0,23 mg QE/g s.b.m.), док је највиши садржај измерен код биљака третираних 75% концентрацијом (0,40 mg QE/g s.b.m.). У контролној групи биљака садржај укупних фенола је 0,26 mg QE/g s.b.m., док је код биљака третираних 100% концентрацијом садржај укупних фенола 0,34 mg QE/g s.b.m. Резултати указују на најизраженију акумулације флавоноида при третману 75% концентрацијом примењеног хидролата.



Графикон 6. Активност супероксид-дисмутазе (SOD) у кукурузу изражен у U по g свежег биљног материјала

Активност SOD код кукуруза показује веома интересантан образац. У контролној групи биљака је просечна вредност износила 0,58 U/g sv.b.m., док је код биљака третираних 50% концентрацијом хидролата менте измерена нижа активност (0,13 U/g sv.b.m.). Код биљака третираних 75% концентрацијом хидролата измерена активност је била приближна измереној вредности код контролне групе биљака (0,52 U/g sv.b.m.), док је највећа активност измерена код биљака третираних 100% концентрацијом хидролата (0,92 U/g sv.b.m.). То указује да је 100% хидролат имао најизраженији утицај на активност SOD код кукуруза.



Графикон 7. Интензитет липидне пероксидације у кукурузу изражен у nmol MDA по ге свежег биљног материјала

Контролне биљке имале су просечан садржај MDA од 158,61 nmol MDA/g свежје масе. У биљкама третираним са 50% хидролатом, измерен је нижи садржај 65,00 nmol MDA/g свежје масе. Сличан тренд забележен је код биљака третираним 75% концентрацијом хидролата, где је измерена вредност износила 76,81 nmol MDA/g свежје масе. Код биљака третираних 100% хидролатом, измерени садржај MDA износио је 91,67 nmol MDA/g свежје масе, што је такође било ниже у односу на контролу. Најнижа вредност забележена је при концентрацији од 50%, док је највећа вредност утврђена код контролних биљака. Ови резултати указују да је примена хидролата менте код кукуруза довела до смањења интензитета липидне пероксидације, при чему је ефекат био најизраженији при концентрацији од 50%.

5.2. Утицај хидролата менте на клијанце соје

За разлику од кукуруза, код соје третман различитим концентрацијама хидролата не делује као општи стимулатор раста. Третман са 100% хидролатом менте значајно стимулише пораст дужине хипокотила, али истовремено изразито смањује његову масу. Код епикотила, сва три третмана дају ниже просечне вредности масе у односу на контролу. Код третмана 100% хидролатом менте, хипокотил соје је у просеку 52,6% дужи, али има 33,9% мању масу у односу на контролу. То може указивати на изражено издуживање без пропорционалног нагомилавања биомасе.

Табела 5. Средње вредности и стандардна девијација дужине и масе третираних клијанаца соје

Особина	Контрола	50%	75%	100%
Дужина хипокотила (cm)	9,01 ± 2,78	9,19 ± 3,05	10,82 ± 3,39	13,75 ± 4,27
Дужина епикотила (cm)	28,11 ± 3,42	24,68 ± 1,89	24,91 ± 2,86	26,34 ± 2,79
Маса хипокотила (g)	0,193 ± 0,056	0,174 ± 0,046	0,198 ± 0,056	0,128 ± 0,043
Маса епикотила (g)	1,284 ± 0,232	1,051 ± 0,139	1,142 ± 0,155	1,116 ± 0,201

Дакле, 100% хидролат стимулише издуживање хипокотила соје, али истовремено смањује формирање укупне биомасе.

Код епикотила је ефекат хидролата менте углавном инхибиторан. Сви третмани смањују његову дужину и масу у односу на контролу. Највеће смањење дужине јавља се при примени 50 и 75% хидролата, док се код 100% дужина епикотила повећава али безначајно у односу на резултате у контроли.

Маса епикотила је највећа у контроли, што значи да ниједна испитивана концентрација хидролата није стимулисала акумулацију биомасе епикотила.

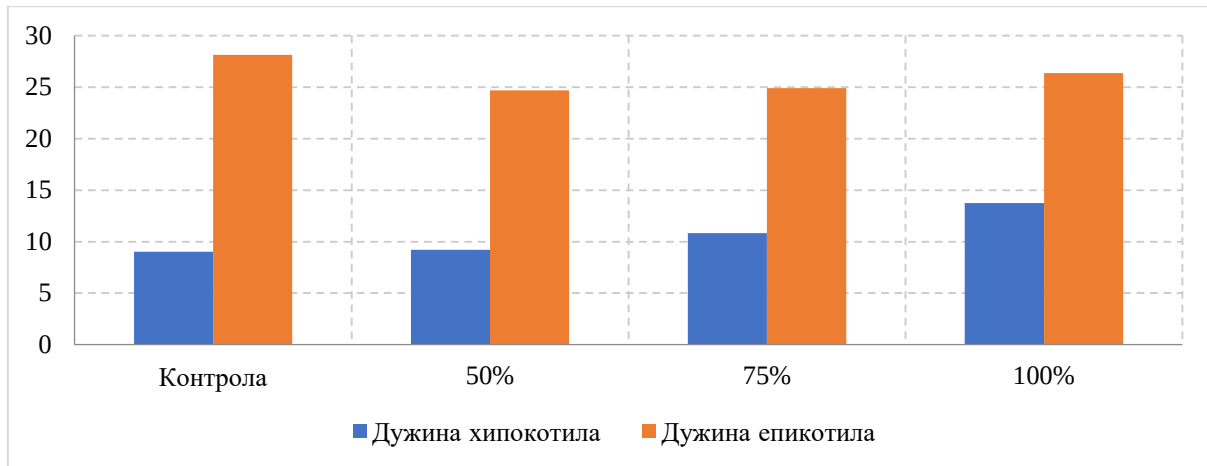
Табела 6. Games–Howell поређење утицаја различитих варијанти огледа на масу хипокотила соје

Поређење	Разлика	p	Закључак
Контрола – 50%	+3,43 cm	<0,000001	значајно
Контрола – 75%	+3,21 cm	0,000011	значајно
Контрола – 100%	+1,77 cm	0,0277	значајно
50% – 75%	–0,22 cm	0,967	није значајно
50% – 100%	–1,66 cm	0,0043	значајно
75% – 100%	–1,43 cm	0,061	није значајно

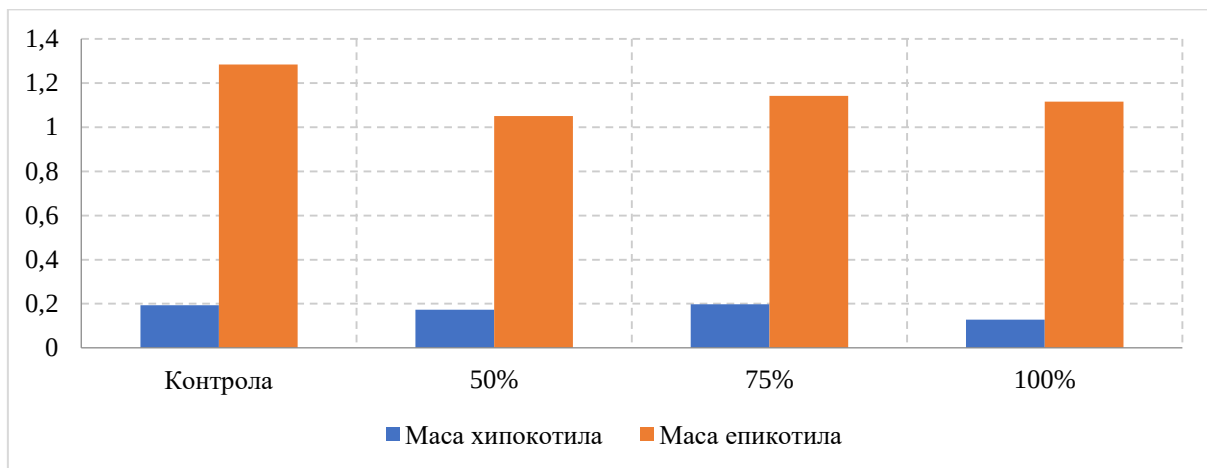
Из табеле 6. се види да све три концентрације хидролата статистички значајно смањују дужину епикотила у односу на контролу. Најјача инхибиција се јавља код примене 50% и 75% хидролата.

Што се тиче масе хипокотила, контрола, 50% и 75% статистички су врло сличне, док примена 100% хидролата изазива изразиту инхибицију производње масе хипокотила (за 33,9% у односу на контролу). Такође, сва три третмана смањују масу епикотила у односу на контролу. Најизраженије смањење масе забележено је код примене 50% хидролата менте, чак 18,2%. Код примене 75% хидролата менте уочава се смањење масе епикотила за око 11,1%, а код 100% хидролата за око 13,1%.

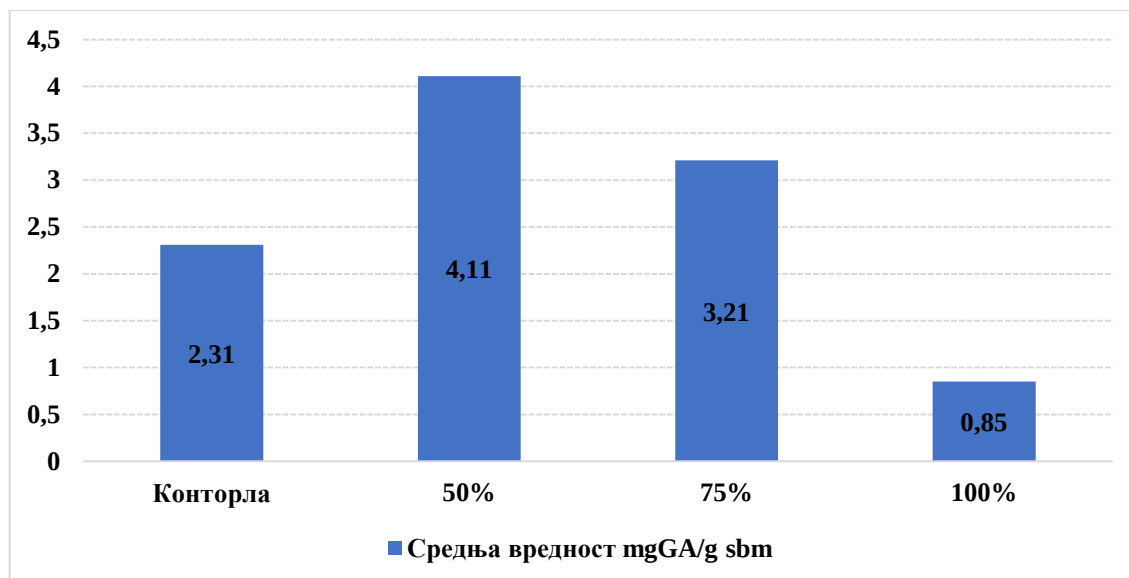
Резултати показују да одговор соје на хидролат менте зависи од примењене концентрације па 50% готово не мења дужину хипокотила, али делује инхибиторно на дужину и масу епикотила, док 75% умерено утиче на дужину хипокотила уз практично очувану масу хипокотила, али и даље инхибира епикотил. Примена 100% хидролата доводи до продукције најдужег хипокотила соје, али истовремено највише инхибира масу хипокотила. Ово може указивати на изражену елонгацију уз смањену акумулацију биомасе.



Графикон 8. Ефекат различитих коцентрација менте на просечне дужине хипокотила и епикотила соје (изражено у cm)

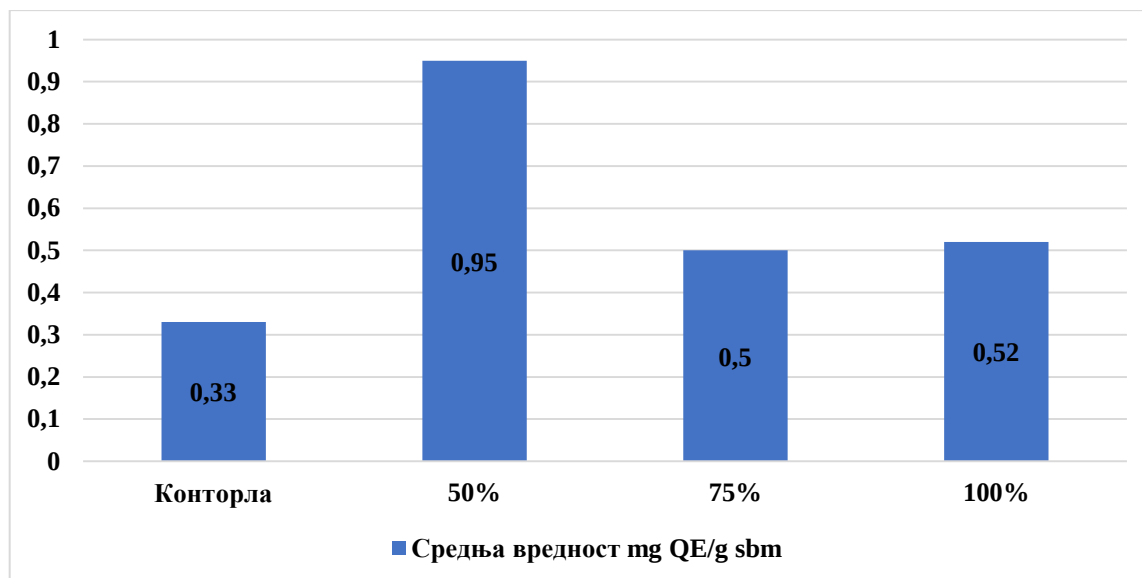


Графикон 9. Ефекат различитих коцентрација менте на просечне масе хипокотила и епикотила соје (изражено у g)



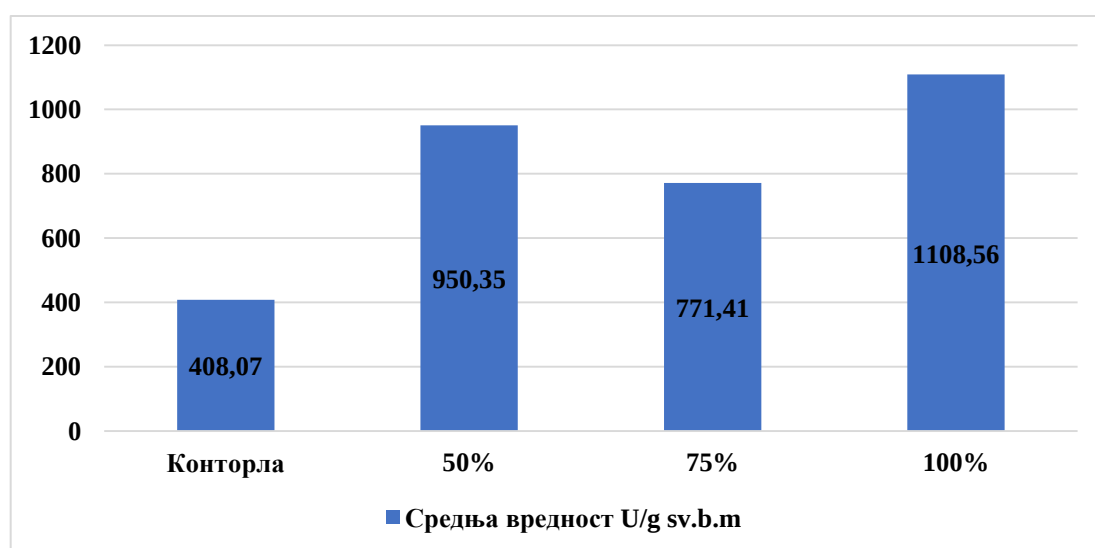
Графикон 10. Садржај укупних фенола у соји, изражен у mg еквивалената галне киселине по g суве масе биљног материјала

Код соје је приметно да третман хидролатом менте доводи до промена у свим праћеним биохемијским параметрима. Најизраженије повећање садржаја укупних фенола забележено је у третману концентрацијом од 50%, где је просечна вредност износила 4,11 mg GA/g s.b.m., у поређењу са 2,31 mg GA/g s.b.m. код контролних биљака. У третману концентрацијом од 75% садржај укупних фенола износио је 3,21 mg GA/g s.b.m., док је при концентрацији од 100% забележена најнижа вредност од 0,86 mg GA/g s.b.m. Добијени резултати указују да је одговор соје на испитивани хидролат менте условљен примењеном концентрацијом, при чему је третман концентрацијом од 50% узроковао највећу акумулацију укупних фенолних једињења. Са повећањем концентрације хидролата на 75% долази до смањења њиховог садржаја у односу на 50% концентрацију, док је при концентрацији од 100% забележен најнижи садржај укупних фенола, чиме је њихов садржај био нижи и у односу на измерене вредности код контролних биљака.



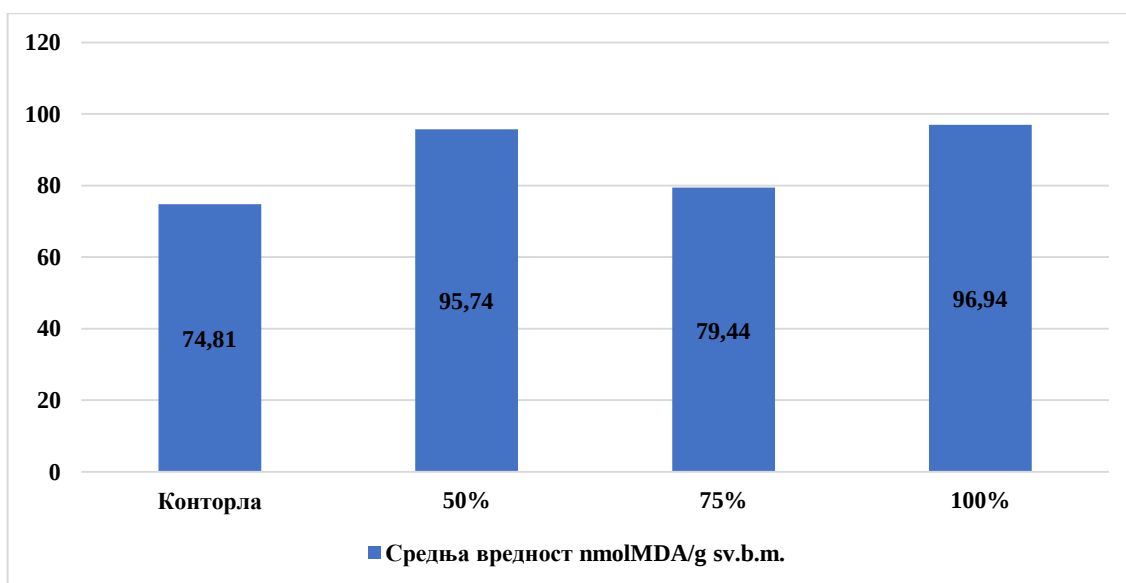
Графикон 11. Садржај укупних флавоноида у соји, изражен у mg еквивалената кверцетина по g суве масе биљног материјала

Највећи садржај укупних флавоноида измерен је при третману са 50% хидролатом менте (0,95 mg QE/g s.b.m.), што представља значајно повећање у односу на измерене вредности код контролних биљака (0,33 mg QE/g s.b.m.). У третманима концентрацијама од 75% и 100% вредности су биле ниже и износиле су 0,50 и 0,52 mg QE/g s.b.m., респективно. Измерене вредности указују да је умерена испитивана концентрација хидролата менте имала најизраженији ефекат на акумулацију укупних флавоноида.



Графикон 12. Активност ензима супероксид- дисмутаза (SOD) у соји, изражена у U по g свежег биљног материјала

Активност супероксид-дисмутазе показала је нешто другачији одговор. У односу на контролну групу биљака, где је измерена активност износила 408,07 U/g sv.b.m., у биљкама соје третираним испитиваним концентрацијама хидролата менете измерене су веће вредности активности овог ензима, при чему је највећа активност забележена у третману са 100% концентрацијом (1105,56 U/g sv.b.m.), а затим са 50% (950,35 U/g sv.b.m.) и 75% (771,41 U/g sv.b.m.). Овакав резултат може указивати на активирање антиоксидативног система соје као одговор на третман хидролатом, посебно при највишој концентрацији.



Графикон 13. Интензитет липидне пероксидације у соји изражен nmol MDA по g свежег биљног материјала

Резултати интензитета липидне пероксидације у биљкама соје показују да су примењене концентрације хидролата менет довеле до промена у садржају малондиалдехида (MDA) у односу на контролну групу биљака. У контролним биљкама садржај MDA износио је 74,81 nmol MDA/g свежје масе. Примена 50% хидролата довела је до повећања интензитета липидне пероксидације, при чему је измерена вредност садржаја MDA износила 95,74 nmol MDA/g свежје масе. При концентрацији од 75% забележена је нижа вредност од 79,44 nmol MDA/g свежје масе, која је била блиска контролној вредности. Највећи интензитет липидне пероксидације утврђен је при примени 100% хидролата, са просечном вредношћу од 96,94 nmol MDA/g свежје масе. Добијени резултати указују да третмани концентрацијама од 50% и 100% доводе до повећања интензитета липидне

пероксидације, док је при концентрацији од 75% овај ефекат био знатно мање изражен.

5.3. Утицај хидролата менте на клијанце штира

Код штира је дошло до јасне концентрационо зависне инхибиције раста клијанаца у односу на концентрацију хидролата. Са порастом концентрације, и дужина епикотила и дужина хипокотила прогресивно опадају, а код примене 100% хидролата долази до изражене редукције биомасе.

Табела 7. Средње вредности и стандардна девијација дужине и масе третираних клијанаца штира

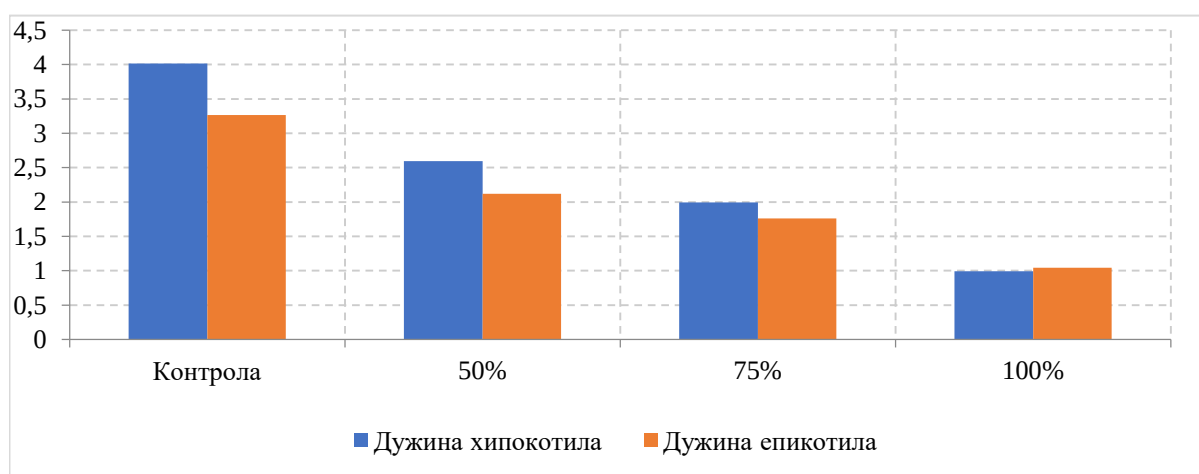
Особина	Контрола	50%	75%	100%
Дужина хипокотила (cm)	4,014 ± 1,108	2,594 ± 0,427	1,992 ± 0,711	0,990 ± 0,373
Дужина епикотила (cm)	3,266 ± 0,884	2,122 ± 0,425	1,760 ± 0,471	1,042 ± 0,351
Маса хипокотила (g)	0,0348 ± 0,014	0,0332 ± 0,024	0,0202 ± 0,004	0,00328 ± 0,013
Маса епикотила (g)	0,0304 ± 0,010	0,0270 ± 0,008	0,0276 ± 0,008	0,01438 ± 0,009

Games–Howell test показује да је свако појединачно поређење статистички значајно (табела 8). Резултати показују да свако повећање концентрације доводи до додатног статистички потврђеног смањења дужине хипокотила. У односу на контролу, епикотил је при третману са 100% хидролатом краћи за око 68%.

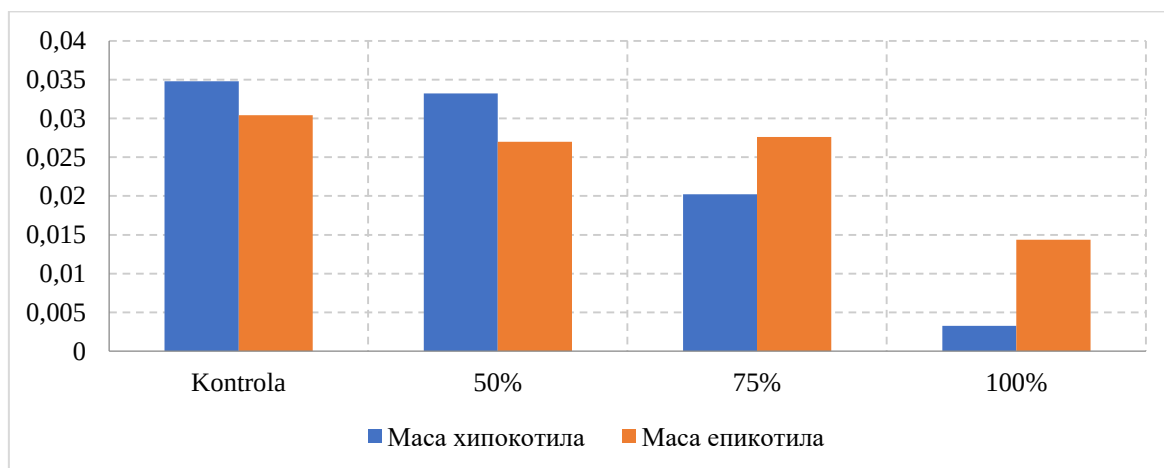
Табела 8. Games–Howell поређење утицаја различитих варијанти огледа на дужину хипокотила штира

Поређење	Разлика	p
Контрола – 50%	1,420 cm	<0,001
Контрола – 75%	2,022 cm	<0,001
Контрола – 100%	3,024 cm	<0,001
50% – 75%	0,602 cm	<0,001
50% – 100%	1,604 cm	<0,001
75% – 100%	1,002 cm	<0,001

Дакле, код штира је изражена инхибиција развоја са повећањем концентрације хидролата којима су третиран клијанци. Већ концентрација од 50% значајно смањује дужине хипокотила и епикотила за приближно 35%. Код примене 75% хидролата инхибиција постаје још јача, а при 100% је веома изражена. Маса хипокотила је релативно очувана при примени 50% хидролата а значајно се смањује при примени 75% и посебно 100% хидролата. Маса епикотила остаје релативно уједначена код контроле и осталих варијанти третмана сем код примене 100% хидролата где долази до значајне педукције производње биомасе.



Графикон 14. Ефекат различитих коцентрација менте на просечне дужине хипокотила и епикотила штира (изражено у cm)



Графикон 15. Ефекат различитих коцентрација менте на просечне масе хипокотила и епикотила штира (изражено у g)

5.4. Утицај хидролата менте на клијање тушта

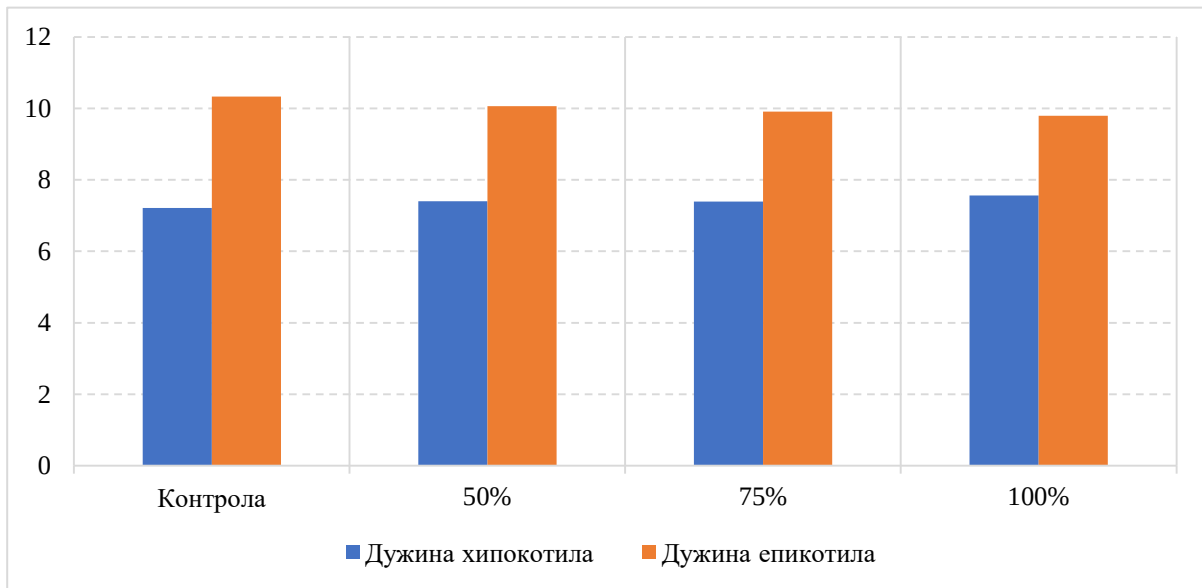
На основу спроведене статистичке анализе утврђено је да примењени третмани нису довели до статистички значајних промена дужине хипокотила и епикотила након седам дана, док је забележен значајан утицај на њихову масу. Маса хипокотила била је значајно нижа у групама третираним концентрацијама од 50% и 75% у односу на контролу, док је маса епикотила показала тенденцију постепеног опадања са повећањем концентрације третмана, са најнижом вредношћу при концентрацији од 100%.

Табела 9. Средње вредности и стандардна девијација дужине и масе третираних клијанаца тушта

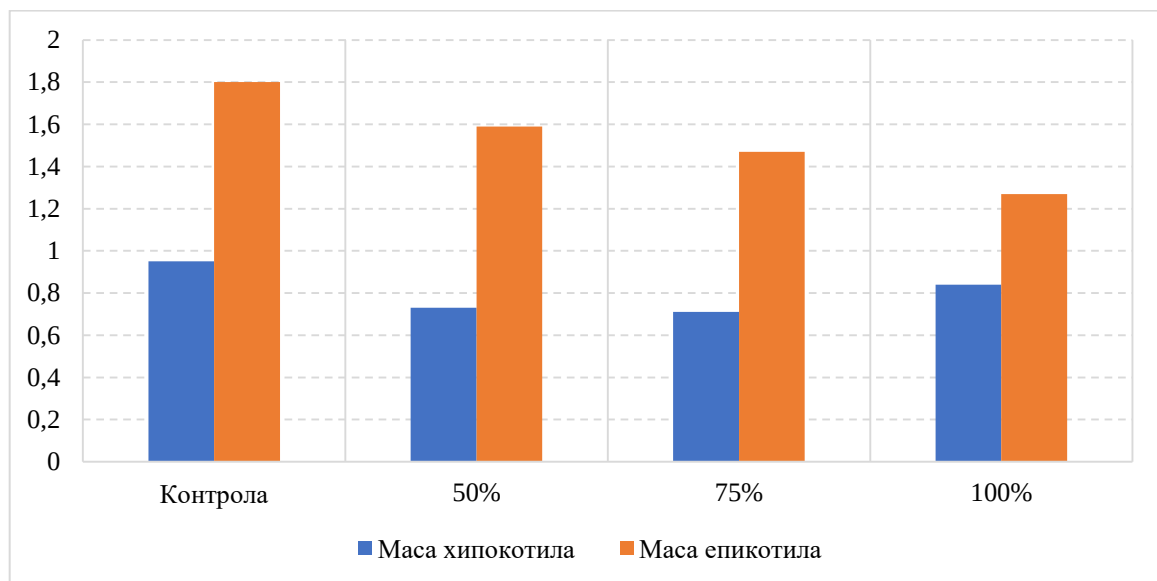
Параметар	Контрола	50%	75%	100%
Епикотил пре третмана (cm)	5,86 ± 1,77	5,84 ± 1,96	5,98 ± 1,72	5,83 ± 1,87
Хипокотил после 7 дана (cm)	7,21 ± 1,59	7,40 ± 1,51	7,39 ± 1,51	7,56 ± 1,39
Епикотил после 7 дана (cm)	10,33 ± 2,16	10,06 ± 1,78	9,91 ± 1,39	9,79 ± 1,38
Маса хипокотила (g)	0,945 ± 0,307	0,732 ± 0,246	0,711 ± 0,274	0,842 ± 0,231
Маса епикотила (g)	1,800 ± 0,845	1,592 ± 0,839	1,475 ± 0,699	1,271 ± 0,513
Прираст епикотила (cm)	4,47 ± 1,03	4,23 ± 0,92	3,94 ± 1,33	3,97 ± 1,15

Табела 10. Games–Howell поређење утицаја различитих варијанти огледа на дужину хипокотила тушта

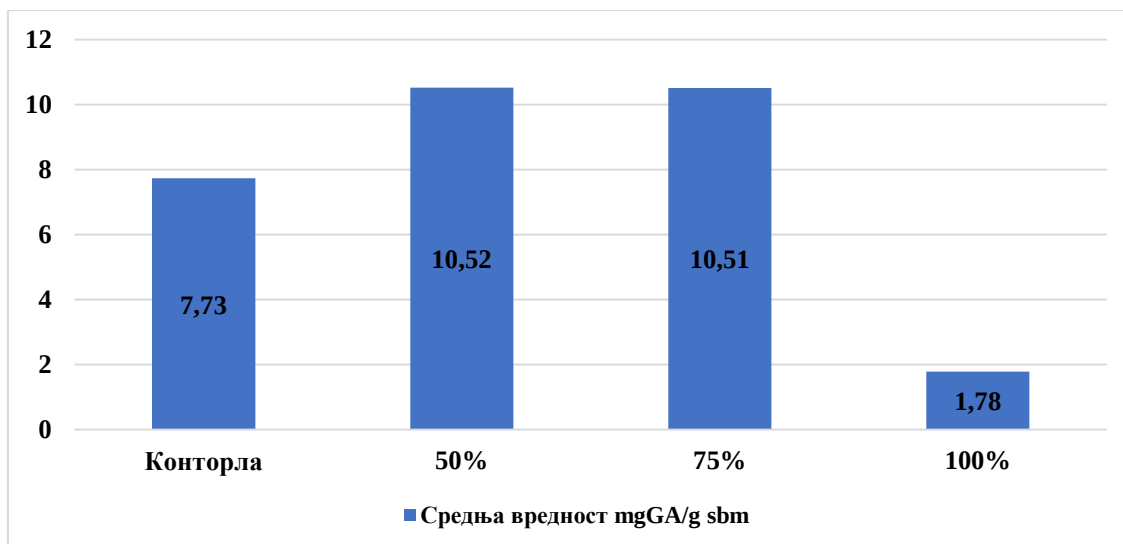
Поређење	Разлика	P	Закључак
Контрола – 50%	–0,194 cm	0,923	није значајно
Контрола – 75%	–0,179 cm	0,939	није значајно
Контрола – 100%	–0,349 cm	0,647	није значајно
50% – 75%	+0,015 cm	>0,999	није значајно
50% – 100%	–0,155 cm	0,950	није значајно
75% – 100%	–0,170 cm	0,936	није значајно



Графикон 16. Ефекат различитих концентрација менте на просечне дужине хипокотила и епикотила тушта (изражено у cm)



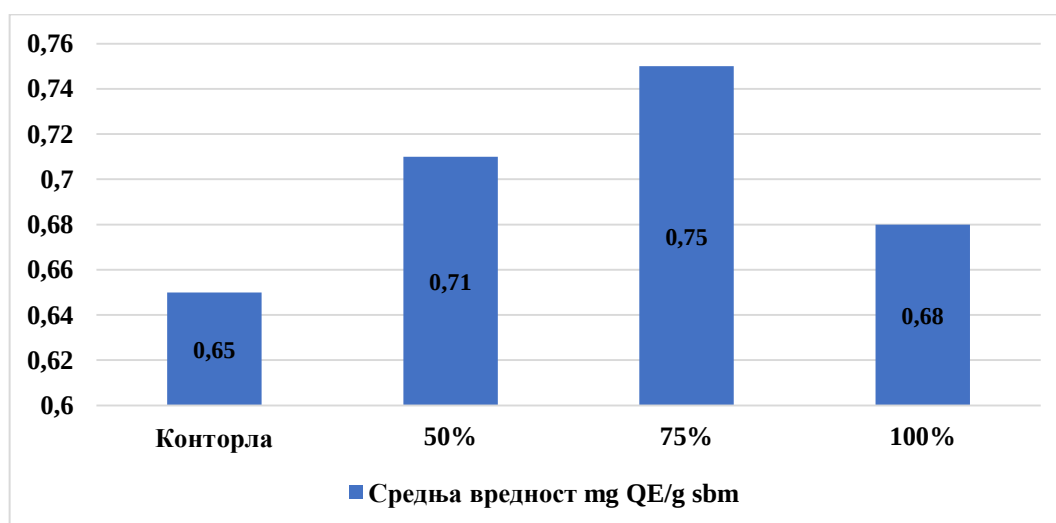
Графикон 17. Ефекат различитих концентрација менте на просечне масе хипокотила и епикотила тушта (изражено у g)



Графикон 18. Садржај укупних фенола у тушту, изражен у mg еквивалената галне киселине по g суве масе биљног материјала

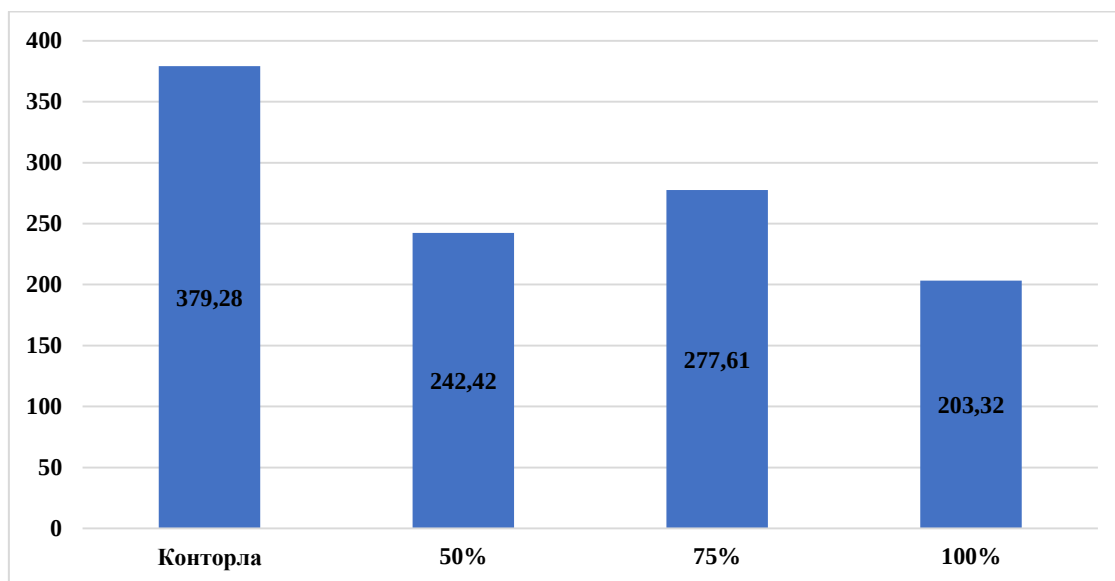
Код тушта је одговор на третман веома изражен и карактеристичан. Садржај укупних фенола у контроли износио је 7,73 mg GA/g s.b.m., док је након третмана са 50% и 75% хидролатом повећан на 10,52 и 10,51 mg GA/g s.b.m. Међутим, у третману 100% концентрацијом хидролата измерен је значајно нижи садржај фенола, 1,78 mg GA/g s.b.m.

Овакав резултат показује да су 50% и 75% концентрације хидролата менте имале изразито стимулативан ефекат на акумулацију фенолних једињења код тушта, док је примена 100% хидролата довела до снажног смањења садржаја ове групе једињења.



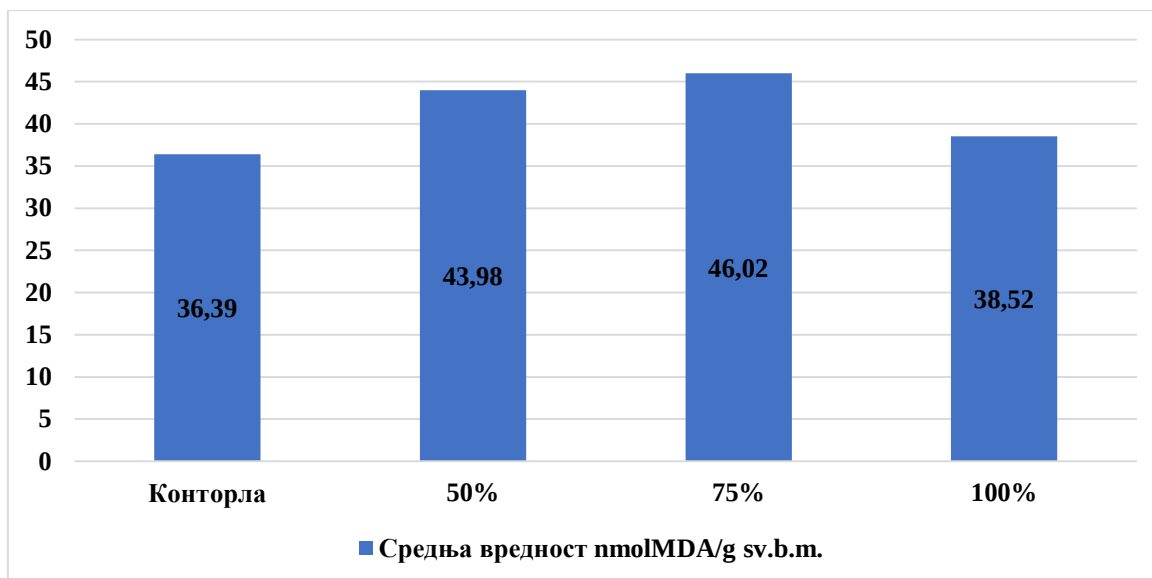
Графикон 19. Садржај укупних флавоноида у тушту, изражен у mg еквивалената галне киселине по g суве масе биљног материјала

У листовима тушта забележено је повећање садржаја укупних флавоноида након примене хидролата менте. У контролним биљкама измерен је садржај од 0,65 mg QE/g s.b.m., док је највећа вредност измерена у листовима биљака третираним 75% концентрацијом хидролата (0,75 mg QE/g s.b.m.). При 50% концентрацији вредност је износила 0,71 mg QE/g s.b.m., док је при 100% износила 0,68 mg QE/g s.b.m. Дакле, 75% представља концентрацију при којој је забележен највећи садржај укупних флавоноида, мада су разлике између 50%, 75% и 100% релативно мале.



Графикон 20. Активност супероксид-дисмутазе (SOD) у тушту изражена у (U по g свежег биљног материјала s.v.m.)

Код тушта је уочено смањење активности супероксид-дисмутазе (SOD) након примене хидролата менте у односу на контролну варијанту. У контролним биљкама просечна активност SOD износила је 379,28 U/g свеже масе. Применом 50% хидролата активност SOD се смањила на 242,42 U/g свеже масе, док је при концентрацији од 75% забележена нешто виша вредност од 277,61 U/g свеже масе. Најнижа активност SOD измерена је при примени 100% хидролата, када је износила 203,32 U/g свеже масе.



Графикон 21. Интензитет липидне пероксидације у тушту изражен у nmol MDA по ге свежег биљног материјала

Код тушта је контролна варијанта имала просечан садржај MDA од 36,39 nmol MDA/g свежје масе. Са повећањем концентрације хидролата менте дошло је до повећања интензитета липидне пероксидације. При примени 50% хидролата менте, просечна вредност MDA износила је 43,89 nmol MDA/g свежје масе, док је при концентрацији од 75% забележена највиша просечна вредност од 46,02 nmol MDA/g свежје масе. При примени 100% хидролата, садржај MDA се смањео на 38,52 nmol MDA/g свежје масе, чиме је вредност била блиска контроли. Највећи интензитет липидне пероксидације забележен је при концентрацији од 75% хидролата, док је најмања вредност утврђена код контролних биљака. Добијени резултати показују да су концентрације од 50% и 75% довеле до благог повећања интензитета липидне пероксидације, док је при концентрацији од 100% овај ефекат био знатно мање изражен.

Özkan и Tunçtürk (2021) потврдили су осетљивост семена штира на третман етарским уљима, али и хидролатима нане (*M. spicata*), што је у сагласности са резултатима добијеним у овом раду. Такође, утврђено је да ментол и ментон имају изражен инхибиторни ефекат на клијавост семена великог броја биљака (Martino et al., 2010), чиме се објашњава инхибиторно деловање хидролата нане на тест биљке.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата добијених у лабораторијском огледу може се закључити да хидролат менте (*Mentha x piperita L.*) испољава различит утицај на почетни пораст испитиваних биљних врста, при чему интензитет и правац деловања зависе од биљне врсте, примењене концентрације и посматраног параметра раста.

Утицај хидролата менте на клијанце кукуруза

Код кукуруза је уочен изражен стимулативан ефекат хидролата на развој хипокотила. Све примењене концентрације довеле су до повећања његове дужине и масе у односу на контролу. Највеће повећање масе хипокотила утврђено је при примени 100% хидролата, што указује да високе концентрације нису испоиле фитотоксичан ефекат на ову врсту. Код епикотила је највећа дужина забележена при концентрацији од 75%, док је при концентрацији од 100% дошло до благог смањења у односу на оптимум. То указује да за пораст епикотила постоји оптимална концентрација након које се стимулативни ефекат смањује. Свеукупно посматрано, кукуруз се показао као најтолерантнија испитивана врста.

Кукуруз је показао специфичну физиолошку толеранцију и одбрану. Док су ниже концентрације хидролата (50% и 75%) утицале на смањење садржаја укупних фенола, највећа концентрација (100%) стимулише њихову биосинтезу (12,14 mg GA/g s.b.m. у односу на 9,98 mg GA/g s.b.m. код контролних биљака). При концентрацији од 100% забележена је и највећа активност SOD (0,92 U/g sv.b.m.). Сви третмани хидролатом менте код кукуруза довели су до драстичног смањења интензитета липидне пероксидације (пад MDA са 158,61 nmol/g s.m. код контролних биљака на 65,00 nmol/g s.m. код биљака третираних 50% коцентрацијим хидролата), што указује на успешно спречавање оштећења ћелијских мембрана.

Утицај хидролата менте на клијанце соје

Реакција соје на примењене третмане била је сложенија него код кукуруза. Са повећањем концентрације хидролата долазило је до постепеног повећања дужине хипокотила, а највећа вредност утврђена је код примене 100% хидролата. Међутим, повећање дужине није било праћено повећањем биомасе, већ је маса хипокотила код највеће концентрације била најнижа. Истовремено су дужина и маса епикотила биле ниже у односу на контролу код свих третираних варијанти. Добијени резултати указују да хидролат менте код соје стимулише издуживање хипокотила, али истовремено ограничава акумулацију биомасе и развој надземног дела клијанца.

Примена умерене концентрације хидролата (50%) имала је најизраженији ефекат на акумулацију секундарних метаболита код соје – укупних фенола (4,11 mg GA/g s.b.m. у односу на 2,31 mg GA/g s.b.m. код контролних биљака) и укупних флавоноида (0,95 mg QE/g s.b.m. у односу на 0,33 mg QE/g s.b.m. код контролних биљака). Примена чистог хидролата (100%) довела је до смањења садржаја фенолних једињења (0,86 mg GA/g s.b.m.), али и до максималне активације ензима супероксид-дизмутазе (SOD) од 1105,56 U/g sv.b.m. (у поређењу са 408,07 U/g sv.b.m. код контролних биљака). Повећана активност SOD, у комбинацији са повећањем садржаја малондиалдехида (од 96,94 nmol/g s.m.), указује на то да високе концентрације хидролата изазивају оксидативни стрес и декомпензацију заштитних механизма у ткиву соје.

Утицај хидролата менте на клијанце обичног штира

Најизраженији негативан ефекат хидролата утврђен је код обичног штира. Са повећањем концентрације третмана долазило је до континуираног смањења свих испитиваних параметара раста. Већ концентрација од 50% значајно је смањила дужину хипокотила и епикотила, док су концентрације од 75% и 100% довеле до још израженије инхибиције. Посебно је значајно што су маса хипокотила и маса епикотила такође биле значајно смањене, што указује да хидролат не делује само на издуживање органа већ и на укупну продукцију биомасе. Највећи инхибиторни ефекат утврђен је при примени 100% хидролата, када су све вредности биле вишеструко ниже у односу на контролу.

Утицај хидролата менте на клијанце обичног тушта

Код обичног тушта утицај хидролата био је мање изражен него код штира. Дужина хипокотила и епикотила није показала значајније промене под утицајем третмана, што указује да процес издуживања није био значајно нарушен. Међутим, код свих примењених концентрација утврђено је смањење масе хипокотила и епикотила у односу на контролу. Највеће смањење забележено је код масе епикотила при примени 100% хидролата. Ови резултати показују да хидролат код тушта пре свега утиче на акумулацију биомасе, док је његов утицај на морфолошки пораст мање изражен.

Код коровске врсте тушт, третмани умереним концентрацијама (50% и 75%) значајно су подстакли синтезу укупних фенола (до 10,52 mg GA/g s.b.m. у односу на 7,73 mg GA/g s.b.m. у контролним биљкама) и флавоноида. Међутим, примена чистог (100%) хидролата изазвала је драстичан пад у садржају укупних фенола (на свега 1,78 mg GA/g s.b.m.). Поред тога, примена хидролата менте у свим концентрацијама довела је до инхибиције активности SOD (са 379,28 U/g s.m. код контролних биљака на 203,32 U/g s.m. при 100% третману), уз истовремено повећање нивоа MDA (стрес и пероксидација мембрана приметна при 50% и 75%). Ово указује на то да хидролат менте нарушава неензимски и ензимски антиоксидативни систем тушта, чинећи га осетљивим.

Посматрано у целини, испитивани хидролат менте показао је изражено селективно деловање. Гајене врсте су углавном испољиле толерантност или стимулативан одговор на третмане, док су коровске врсте биле значајно осетљивије. Највећу толерантност показао је кукуруз, док је највећа осетљивост утврђена код обичног штира. Добијени резултати указују да хидролат менте поседује значајан алелопатски потенцијал и да би могао представљати основу за развој природних препарата намењених сузбијању појединих коровских врста у системима одрживе и еколошки прихватљиве биљне производње. Неопходно је урадити даља истраживања у пољским условима, а такође је потребно проширити спектар коровских и гајених врста и испитати утицај хидролата менте на њима. Тек након овога могао би се донети коначан закључак о потенцијалу коришћења хидролата *Mentha x piperita* као еколишки прихватљивог средстава за заштиту биљака од корова.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Acheampong, A., Borquaye, L. S., Acquah, S. O., Osei-Owusu, J., Tuani, G.K. (2015): Antimicrobial Activities of Some Leaves and Fruit Peels Hydrosols. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science*, 1(3):158-162.
2. Aćimović, M., Samardžić, N., Šovljanski, O., Lončar, B., Jeremić Stanković, J., Lato, P., Konstantinović, B., Vasiljević, S. (2024): The Potential of Hydrolates for use in the Production of Alfalfa Micro Sprouts: Sanitizers and Flavour Enhancers. *Waste and Biomass Valorization*.
3. Aćimović, M., Tešević, V., Smiljanić K., Cvetković M., Stanković, J., Kiproviski B., Sikora V. (2020): Hydrolates: By-products of essential oil distillation: Chemical composition, biological activity and potential uses. *Advanced Technologies*, 9(2): 54-70.
4. Arsanjani, Z.N., Etemadfar, H., Moein, M. (2020): Comparative chemical evaluation of commercially available mint hydrosols produced in Fars province, Iran. *Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences* 9(1): 52-58.
5. Beckie, H.J., Heap, I.M., Smeda, R.J., Hall, L.M. (2000): Screening for Herbicide Resistance in Weeds. *Weed Tehnology*, 14(2):428-445.
6. Boyraz, N., Özcan, M. (2005): Antifungal effect of some spice hydrosols. *Fitoterapia*, 76(7-8): 661-665.
7. Boyraz, N., Özcan, M. (2006): Inhibition of phytopathogenic fungi by essential oil, hydrosol, ground material and extract of summer savory (*Satureja hortensis* L.) growing wild in Turkey. *International Journal of Food Microbiology*, 107(3): 238-242.
8. Bufalo J, Zheljaskov VD, Cantrel, CL, Astatkie T, Ciampa L, Jeliazkova E (2015): Diurnal effects on spearmint oil yields and composition. *Scientia Horticulturae* 182:73-76.
9. Bürki, H.M., Schoeder, O., Lawie, J., Cagan, L., Vrablova, M., El Aydad, M., Szentkiralyi, F., Ghorbani, R., Jüttersonke, B., Ammon, H.U. (1977): Biological control of pigweed (*Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii*, *S. Watson* and *A.*

- bouchonii* Thell.) with phytophagous insects, fungal pathogens and crop management. Integrated Pest Management Reviews 2:51-59.
10. Campiglia E., Mancinelli R., Cavalieri A., Caporali F. (2007): Use of essential oils of cinnamon, lavender and peppermint for weed control. Italian Journal of Agronomy, 2 (2007), pp. 171-175.
 11. Cheng, F., Cheng, Z. (2015): Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. Frontiers in Plant Science, 6, 2-5.
 12. Chorianopoulos, N.G., Giaouris, E.D., Skandamis, P.N., Haroutounian, S.A., Nychas, G.J. (2008): Disinfectant test against monoculture and mixed-culture biofilms composed of technological, spoilage and pathogenic bacteria: bactericidal effect of essential oil and hydrosol of *Satureja thymbra* and comparison with standard acid-base sanitizers. J Appl Microbiol., 104(6):1586-96.
 13. D'Amato, S., Serio, A., Chavez López, C., Paparella, A. (2018): Hydrosols: Biological activity and potential as antimicrobials for food applications. Food control, 86: 126-137.
 14. Dahiya S, Kumar S, Khedwal RS, Jakhar SR (2017): Allelopathy for sustainable weed management. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6(SP1):832-837.
 15. Dambolena, J. S., Zygadlo, J. A., Rubinstein, H. R. (2011): Antifumonisin activity of natural phenolic compounds: a structure–property–activity relationship study. International journal of food microbiology, 145(1): 140-146.
 16. Dayan, F.E., Cantrell, C.L., Duke, S.O. (2009): Natural product in crop protection. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 17(12):4022-4034
 17. Dobrić, S. (2016): Antimikrobno djelovanje hidrolata smilja, ružmarina i lavandina na legionelu. Diplomski rad, Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet 184:161471.
 18. El-Wahab, A., Mahmoud, H. M., Abd El-Hady, A. E., El-Bakary, F. K., Abd El-Haleem, E. A. (2017): Acaricidal activity of some plant extracts against the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Tetranychidae: Acari). Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. C. Zoology, 9(1): 57-63.
 19. Fatemi, F., Dini, S., Rezaei, M.B., Dadkhah, A., Dabbagh, R., Naij, S. (2014): The effect of γ -irradiation on the chemical composition and antioxidant activities of peppermint essential oil and extract. Journal of Essential Oil Research 26(2): 97-104.

20. Garneau, F.X., Collin, G., Gagnon, H. (2014): Chemical composition and stability of the hydrosols obtained during essential oil production. II. The case of *Picea glauca* (Moench) Voss., *Solidago puberula* Nutt. and *Mentha piperita* L. *American Journal of Essential Oils and Natural Products*, 2(1): 29-35.
21. Garzoli S., Petralito S., Ovidi E., Turchetti G., Laghezza Masci V., Tiezzi A., Trilli J., Cesa S., Antonietta Casadei M., Giacomello P., Paolicelli P. (2020): *Lavandula intermedia* essential oil and hydrolate: Evaluation of chemical composition and antibacterial activity before and after formulation in nanoemulsion. *Industrial Crops and Products* Volume 145, 112068.
22. Ghorbani, R., Seel, W., Leifert, C. (1999): Effects of enviromental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. *Weed Science*, 47(5),505-510.
23. Guarda, A., Rubilar, J.F., Miltz, J., Galotto, M.J. (2011): The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol. *International Journal of Food Microbiology* 146(2): 144-150.
24. Hagerman, A., Harvey-Mueller, I., Makkar, H.P.S. (2000): Quantification of Tannins in Tree Foliage – a Laboratory Manual. FAO/IAEA, Beč, Austrija.
25. Holmes, R.A., Boston, R.S., Payne, G.A. (2008): Diverse inhibitors of aflatoxin biosynthesis. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78(4):559-572.
26. Holt, J.S. (1992): History of identification of herbicide-resistant weeds. *Weed Technology*, 6:615-620.
27. Hulina, N. (1998): Korovi. Školska knjiga Zagreb.
28. Ibáñez, M.D., Blázquez, M.A. (2018): Phytotoxicity of Essential Oils on Selected Weeds: Potential Hazard on Food Crops. *Plants (Basel)*, 22;7(4):79. doi: 10.3390/plants7040079.
29. Keifer, D., Ulbricht, C., Abrams, T.R., Basch, E., Giese, N., Giles, M., DeFranco Kirkwood, C., Miranda, M., Woods, J. (2007): Peppermint (*Mentha × piperita*): An evidence-based systematic review by the Natural Standard Research Collaboration. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 7(2): 91–143.
30. Khalil A, Mansha S, Sajid ZA, Aftab F. (2025): Peppermint hydrosol as a novel bio-stimulant promotes growth and antioxidant activity of *Solanum lycopersicum* L. *BMC Plant Biol.*, 25(1):894. doi: 10.1186/s12870-025-06144-2.
31. Koiou, K., Vasilakoglou, I., Dhima, K. (2020): Herbicidal potential of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) essential oil components on bristly foxtail (*Setaria*

- verticillata* (L.) P. Beauv.): comparison with carvacrol, carvone, thymol and eugenol. Larissa, Greece: University of Thessaly, Department of Agriculture Agrotechnology.
32. Konstantinović B, Popov M, Samardžić N. (2021): Osnovi herbologije praktikum. Univerzite u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
33. Konstantinović, B., Popov, M., Samardžić, N., Stojanović, T., Aćimović, M. (2022): Effects of peppermint and thyme hydrolates on common ragweed germination and early growth. International Ragweed Society Conference "Ragweed - a success story", 34.
34. Labadie, C., Cerutti, C., Carlin, F. (2016): Fate and control of pathogenic and spoilage micro-organisms in orange blossom (*Citrus aurantium*), and rose flower (*Rosa centifolia*) hydrosols. *Journal of Applied Microbiology* 121: 1568-1579.
35. Lee, S. H., Cho, K. Y., Kim, G. H., & Jeon, J. H. (2010): Acaricidal activity of *Mentha piperita* essential oil and its major chemical components against *Tyrophagus putrescentiae* and *Dermatophagoides farinae*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19): 10776-10779.
36. Ljevnaić-Mašić, B., Džigurski, D., Nikolić, Lj. (2020): Ekološke karakteristike korova u organskom usevu koprive (*Urtica dioica* L., Urticaceae). Novi Sad: Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo. *Letopis naučnih radova*. Vol.44, No 2, 158-165
37. Mahdavia, F., Saharkhiz M.J. (2015): Phytotoxic activity of essential oil and water extract of peppermint (*Mentha piperita* L. CV. Mitcham). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2(4):146-153, <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.09.003>.
38. Mahdavia, F., Saharkhiz, M. J. (2016): Secondary metabolites of peppermint change the morphophysiological and biochemical characteristics of tomato. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 7, 127-133.
39. Mandal, S., Mitra, A., Mallick, N. (2008): Biochemical characterization of oxidative during interaction between *Solanum lycopersicum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 72: 56–61.
40. Markham, K.R. (1989): Flavones, flavonols and their glycosides. *Methods in Plant Biochemistry*. 1: 197–235, Academic Press, London, Engleska.

41. Marković, T. (2011): Etarska ulja i njihova bezbedna primena, Naučna monografija. Institut za lekovito bilje “Dr Josif Pančić”, Beograd, Srbija.
42. Martino, L.D., Mancini, E., Almeida, L.F.R.d, Feo, V.D. (2010): The Antigerminative Activity of Twenty-Seven Monoterpenes. *Molecules*, 15(9): 6630-6637.
43. Molnar, I. (1988): Uticaj ekoloških faktora, klime i zemljišta na formiranje prinosa. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 16: 41-52.
44. Morcia, C., Malnati, M., Terzi, V. (2012): In vitro antifungal activity of terpinen-4-ol, eugenol, carvone, 1, 8-cineole (eucalyptol) and thymol against mycotoxigenic plant pathogens. *Food Additives & Contaminants, Part A*, 29(3):415-422.
45. Murdock, L. L., Baoua, I. (2014): Transit packaging for stored-product insect management. *Journal of Stored Products Research*, 58: 94-102.
46. Nikolić, T., Vuković, V., Lazarević, J., Todorović, Z. (2020): Impact of different pesticides on pollinators. In *Insects, Pests, and Diseases of Plants in Bosnia and Herzegovina*. Springer, Cham. 223-236.
47. Oerke, E.C. (2006): Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science* 144: 31–43.
48. Özkan, R.Y., Tunçtürk, M. (2021): Effect of Essential Oils and Hydrosols from Some Selected Lamiaceae Species on Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *Romanian Biotechnological Letters*, 26(2): 2471-2475.
49. Pejić, T. (2013): Diplomski rad – Alelopatski uticaj zajedničkog klijanja semena aromatičnog bilja i semena korova. Osijek, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
50. Petit, S., Munier-Jolain, N., Bretagnolle, V., Bockstaller, C., Gaba, S., Cordeau, S., Colbach, N. (2015): Ecological Intensification Through Pesticide Reduction: Weed Control, Weed Biodiversity and Sustainability in Arable Farming. *Environmental Management*, 56(5):1078–1090.
51. Rice, E.L. (1984): Allelopathy. 2nd edition. Academic Press, New York.
52. Rolli, E., Marieschi, M., Maietti, S., Sacchetti, G., Bruni, R. (2014): Comparative phytotoxicity of 25 essential oils on pre-and post-emergence development of *Solanum lycopersicum* L.: A multivariate approach. *Industrial Crops and Products*, 60, 280-290.
53. Sağdıç, O. (2003): Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish thyme and oregano hydrosols. *LWT-Food Science and Technology*, 36(5): 467-473.

-
54. Saharkhiz, M. J., Motamedi, M., Zomorodian, K., Pakshir, K., Miri, R., Hemyari, K. (2012): Chemical composition, antifungal and antibiofilm activities of the essential oil of *Mentha piperita* L. International Scholarly Research Notices, 2012(1), 718645.
55. Samapundo, S., De Meulenaer, B., Osei-Nimoh, D., Lamboni, Y., Debevere, J., Devlieghere, F. (2007): Can phenolic compounds be used for the protection of corn from fungal invasion and mycotoxin contamination during storage, Food Microbiology, 24(5):465-473.
56. Sapra, S., Nepali, K., Kumar, R., Goyal, R., Suri, O.P., Koul, V.K., Dhar, L.K. (2010): Analysis of Mentha waste products using GC-MS. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 1(4): 53-55.
57. Saud, A.F. (2008): The Thermal Requirements for Growing Crops, Uruk Journal of Human Sciences, vol. 2008, p. 1.
58. Scognamiglio, M., D'Abrosca, B., Esposito, A., Pacifico, S., Monaco, P., Fiorentino, A. (2013): Plant Growth Inhibitors: Allelopathic Role or Phytotoxic Effects? Focus on Mediterranean Biomes. Phytochem. Rev. 2013, 12, 803–830.
59. Spasojević, B., Starčević, Lj. (1981): Ratarstvo za studente agroekološkog odseka. Novi Sad.
60. Swain, T. (1977): Secondary compounds as protective agents. Annual Review of Plant Physiology, 28: 479-501.
61. Talgre, L., Luringson, E., Koppel, M. (2008): Effect of reduced herbicide dosages on weed infestation in spring barley. Agriculture, vol. 95(3): 194-201.
62. Verdeguer M, Torres-Pagan N, Muñoz M, Jouini A, García-Plasencia S, Chinchilla P, Berbegal M, Salamone A, Agnello S, Carrubba A, Cabeiras-Freijanes L, Regueira-Marcos L, Sánchez-Moreiras AM, Blázquez MA. (2020): Herbicidal Activity of *Thymbra capitata* (L.) Cav. Essential Oil. Molecules.25(12):2832.
63. Vuko, E., Dunkić, V., Maravić, A., Ruščić, M., Nazlić, M., radan, M., Ljubenkov, I., Soldo, B., Fredotović, Ž. (2021): Not Only a Weed Plant—Biological Activities of Essential Oil and Hydrosol of *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter. Plants, 2021, 10(9), 1837.
64. Vuković, S., Šunjka, D. (2021): Biopesticidi. Novi Sad, Srbija: Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.

-
65. Weaver, S.E., Tan, C.S., Brain, P. (1987): Effect of temperature and soil moisture on time of emergence of tomato and four weed species. *Canadian Plant Science*, 68:877-886.
 66. Wojcik-Stopczynska, B., Jakowienko, P., Wysocka, G. (2012): The estimation of antifungal activity of essential oil and hydrosol obtained from wrinkled-leaf mint (*Mentha crispa* L.). *Herba Polonica*, 58(1): 5-15.
 67. Wołejko, E., Jabłońska-Trypuć, A., Wydro, U., Butarewicz, A., Łozowicka, B. (2020): Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides. A review. *Applied Soil Ecology*, 103356.
 68. Yeşil, M. (2021): *Mentha piperita* L. hidrosolünün *Echinacea purpurea* (L.) Moench'nın çimlenme performansına etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2): 405-410.
 69. Zatlá, A.T., El Amine Dib, M., Djabou, N., Ilias, F., Costa, J., Muselli, A. (2017): Antifungal activities of essential oils and hydrosol extracts of *Daucus carota* subsp. *sativus* for the control of fungal pathogens, in particular gray rot of strawberry during storage. *Journal of Essential Oil Research*, 29(5): 391-399.