

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Jelena S. Gajić Umiljendić, dipl. inž.

**OSETLJIVOST PARADAJZA, PAPRIKE I  
KRASTAVCA NA REZIDUALNO DELOVANJE  
KLOMAZONA I IMAZAMOKSA**

Doktorska disertacija

Beograd, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Jelena S. Gajić Umiljendić, MSc

**SENSITIVITY OF TOMATO, PEPPER AND  
CUCUMBER TO THE RESIDUAL ACTIVITY OF  
CLOMAZONE AND IMAZAMOX**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014.

Univerzitet u Beogradu  
Poljoprivredni fakultet

Mentor:

dr Petar Vukša, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Drugi mentor:

dr Ljiljana Radivojević, viši naučni saradnik

Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd

Članovi komisije:

dr Sava Vrbničanin, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

dr Rada Đurović-Pejčev, naučni saradnik

Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd

dr Katarina Jovanović-Radovanov, docent

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

# OSETLJIVOST PARADAJZA, PAPRIKE I KRSTAVCA NA REZIDUALNO DELOVANJE KLOMAZONA I IMAZAMOKSA

## REZIME

Ispitivanje osetljivosti paradajza, paprike i krastavca na klomazon i imazamoks u zemljištima tipa ilovača i peskuša u kojima je vlažnost održavana na 20, 50 i 70% PVK, izvedeno je metodom biotesta u kontrolisanim uslovima. Kao parametri osetljivosti biljaka na klomazon mereni su sveža i suva masa izdanka i sadržaj pigmenata (hlorofil *a* i *b* i karotenoidi), dok su za utvrđivanje osetljivosti na imazamoks mereni sveža masa izdanka, sveža masa i dužina korena i sadržaj proteina rastvorljivih u vodi. Postojanost klomazona i imazamoksa u zemljištu praćena je 10, 20, 30, 40, 50 i 70 dana nakon primene herbicida biotest metodom, dok je količina ostataka klomazona utvrđivana i gasno-masenom spektrometrijom.

Na osnovu analize dobijenih rezultata utvrđeno je da je najmanju osetljivost na prisustvo klomazona u zemljištu ispoljila paprika, nešto osetljiviji bio je krastavac, dok se paradajz može svrstati u kategoriju biljaka veoma osetljivih na ovaj herbicid. U početnim danima degradacije inhibicija merenih parametara bila je izraženija u peskovitom, nego ilovastom zemljištu. Takođe, za istu koncentraciju i istu vlažnost zemljišta, utvrđena količina klomazona analitičkom metodom, bila je veća u peskovitom zemljištu. Količina klomazona opadala je u funkciji vremena u oba tipa zemljišta. Nakon 70 dana degradacije i u ilovači i u peskuši utvrđene su relativno ujednačene količine klomazona kao i vrednosti  $EC_{50}$  praćenih parametara.

Na osnovu utvrđenih inhibicija vegetativnih parametara konstatovana je značajna osetljivost sve tri biljne vrste na prisustvo imazamoksa u zemljištu. Paprika i paradajz su ispoljili prilično ujednačenu osetljivost, dok se krastavac može svrstati u grupu veoma osetljivih biljaka. Rezultati ukazuju da su parametri korena pouzdanije merilo osetljivosti biljaka na prisustvo imazamoksa u zemljištu. Različite koncentracije imazamoksa izazvale su promene u sadržaju proteina rastvorljivih u vodi kod sve tri biljne vrste. Na osnovu dobijenih odgovora nije bilo moguće uspostaviti zavisnost promene sadržaja proteina sa porastom koncentracije herbicida. U početnim danima degradacije, u svim varijantama ogleđa, zabeležene su visoke vrednosti inhibicije parametara korena. Nakon 70 dana degradacije, utvrđene vrednosti inhibicije merenih parametara bile su nešto izraženije u peskovitom nego ilovastom tipu zemljišta, kao i u varijantama u kojima je vlažnost zemljišta održavana na 70% PVK.

**Ključne reči:** klomazon, imazamoks, paradajz, paprika, krastavac, zemljište, biotest, fitotoksičnost, degradacija, ostaci

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Fitofarmacija

UDK: 632.95.024:[635.64+635.63](043.3)

## **SENSITIVITY OF TOMATO, PEPPER AND CUCUMBER TO THE RESIDUAL ACTIVITY OF CLOMAZONE AND IMAZAMOX**

### **ABSTRAKT**

The sensitivity of tomato, pepper and cucumber to clomazone and imazamox in loamy and sandy soils of 20, 50 and 70 % field capacity was examined in a bioassay under controlled conditions. Fresh and dry weight of shoots and pigment contents (chlorophyll *a* and *b* and carotenoids) were measured as parameters of plant sensitivity to clomazone, while fresh weight of shoots, fresh weight and length of roots and content of water soluble proteins were measured to examine plant sensitivity to imazamox. Clomazone and imazamox persistence in soil was checked 10, 20, 30, 40, 50 and 70 days after herbicide application, while clomazone residues were determined by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS).

Data showed that pepper was the least sensitive plant to soil-incorporated clomazone, cucumber was slightly more sensitive, while tomato falls in a category of plants highly sensitive to the herbicide. The measured parameters were more distinctly inhibited in sandy than in loamy soil in the first few days of degradation. Also, clomazone levels detected by the analytical method under identical concentrations and soil moisture were higher in sandy soil. Clomazone levels decreased with time in both soil types. After 70 days of degradation, clomazone levels and EC<sub>50</sub>s of the measured parameters were similar in loamy and sandy soils.

Data for the inhibition of vegetative parameters showed that all three plant species were significantly sensitive to imazamox in soil. Pepper and tomato demonstrated fairly regular sensitivity, while cucumber may be classified as a highly sensitive plant. The results showed that the root parameters were more reliable indicators of plant sensitivity to imazamox in soil. Different imazamox concentrations caused changes in contents of water soluble proteins in all three plant species. The response data revealed no clear dependence of protein contents on rising herbicide concentrations. In the initial days of degradation, the inhibition of root parameters had high values in all trials variants. After 70 days of degradation, inhibition of the measured parameters was slightly more pronounced in sandy than in loamy soil and in trial variants with 70 % field capacity.

**Keywords:** clomazone, imazamox, tomato, pepper, cucumber, soil, bioassay, phytotoxicity, degradation, residues

Scientific field: Biotechnical sciences

Specific scientific field: Phytopharmacy

## SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. PONAŠANJE I SUDBINA HERBICIDA U ZEMLJIŠTU	3
2.2. KLOMAZON	5
2.2.1. Opšta svojstva, ponašanje i sudbina klomazona u zemljištu	5
2.2.2. Fitotoksičnost klomazona za gajene biljne vrste	13
2.3. IMAZAMOKS	19
2.3.1. Opšta svojstva, ponašanje i sudbina imazamoksa u zemljištu	19
2.3.2. Fitotoksičnost imazamoksa za gajene biljne vrste	25
3. MATERIJAL I METODE	29
3.1. HERBICIDI, BILJNI MATERIJAL, ZEMLJIŠTE	29
3.2. OSETLJIVOST BILJAKA NA KLOMAZON	30
3.2.1. Kratkotrajan biotest	30
3.2.2. Određivanje sadržaja hlorofila <i>a</i> i <i>b</i> i karotenoida	31
3.2.3. Praćenje dinamike degradacije klomazona biotest metodom	32
3.2.4. Praćenje dinamike degradacije klomazona analitičkom metodom	32
3.3. OSETLJIVOST BILJAKA NA IMAZAMOKS	33
3.3.1. Kratkotrajan biotest	33
3.3.2. Određivanje sadržaja rastvorljivih proteina	33
3.3.3. Praćenje dinamike degradacije imazamoksa biotest metodom	34
3.4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	34
4. REZULTATI	36
4.1. OSETLJIVOST BILJAKA NA KLOMAZON	36
4.1.1. Kratkotrajan biotest	36
4.1.1.1. Uticaj klomazona na vegetativne i fiziološke parametre krastavca	36
4.1.1.2. Uticaj klomazona na vegetativne i fiziološke parametre paprike	43
4.1.1.3. Uticaj klomazona na vegetativne i fiziološke parametre paradajza	50
4.1.2. Dinamika degradacije klomazona (biotest metoda)	56
4.1.2.1. Vlažnost zemljišta 20% PVK	56
4.1.2.2. Vlažnost zemljišta 50% PVK	60
4.1.2.3. Vlažnost zemljišta 70% PVK	64

4.1.3. Dinamika degradacije klomazona u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta (analitička metoda)	75
4.2. OSETLJIVOST BILJAKA NA IMAZAMOKS	85
4.2.1. Kratkotrajan biotest	85
4.2.1.1. Uticaj imazamoksa na vegetativne i biohemijske parametre paprike	85
4.2.1.2. Uticaj imazamoksa na vegetativne i biohemijske parametre paradajza	92
4.2.1.3. Uticaj imazamoksa na vegetativne i biohemijske parametre krastavca	99
4.2.2. Dinamika degradacije imazamoksa (biotest metoda)	106
4.2.2.1. Vlažnost zemljišta 20% PVK	106
4.2.2.2. Vlažnost zemljišta 50% PVK	109
4.2.2.3. Vlažnost zemljišta 70% PVK	112
5. DISKUSIJA	121
5.1. OSETLJIVOST BILJAKA NA KLOMAZON	121
5.2. DEGRADACIJA KLOMAZONA I OSTACI U ZEMLJIŠTU	124
5.3. OSETLJIVOST BILJAKA NA IMAZAMOKS	127
5.4. DEGRADACIJA IMAZAMOKSA I OSTACI U ZEMLJIŠTU	131
6. ZAKLJUČAK	134
7. LITERATURA	137
8. PRILOZI	150

## 1. UVOD

Savremeni pristup u zaštiti bilja podrazumeva primenu koncepta integralnog suzbijanja štetnih organizama, uključujući i korove. Međutim, i pored nastojanja da se upotreba herbicida smanji, hemijsko suzbijanje korova je i dalje najzastupljeniji i najefikasniji način kontrole. Bez obzira na način primene, herbicidi nakon primene najvećim delom dospevaju u zemljište. Tako se, na primer, zemljišni herbicidi nanose direktno, dok deo herbicida koji se primeni folijarno spiranjem dospeva u ovu sredinu. Usled učestale primene, ostaci herbicida su postali deo životne sredine, i to pre svega zemljišta.

Sva jedinjenja koja se nađu u zemljištu prolaze kroz procese razgradnje i transformacije i na taj način postaju sastavni deo zemljišnog kompleksa. Priroda i brzina transformacije zavisi od mnogih faktora, kao što su fizičko-hemijska svojstva jedinjenja i zemljišta, načina i količine primene preparata herbicida, tipa formulacije, količine padavina i navodnjavanja, vazdušnog strujanja, temperature itd. Kada herbicid dospe u zemljište, njegova sudbina zavisi i od intenziteta procesa kao što su isparavanje, adsorpcija, ispiranje, fotodegradacija, hemijska i mikrobiološka degradacija. Od pomenutih procesa, adsorpciono-desorpcioni su ključni procesi koji regulišu koncentraciju herbicida u sistemu zemljište - zemljišni rastvor, pa samim tim utiču i na mobilnost, degradaciju i usvajanje herbicida. Pri tome, stepen adsorpcije herbicida za zemljište, zavisi kako od fizičko-hemijskih karakteristika samog jedinjenja, tako i od karakteristika zemljišta, pre svega sadržaja organske materije, gline, pH vrednosti i vlažnosti zemljišta.

Postojanost herbicida u zemljištu može da se prati korišćenjem različitih metoda, kao što su instrumentalne (analitičke), biotest, imunitest i druge metode. Za kvantitativnu analizu uglavnom se koriste instrumentalne metode i metode sa izotopski obeleženim jedinjenjima, dok biološko testiranje predstavlja merenje biološkog odgovora biljke na prisustvo herbicida. Osnovna prednost dobre biotest metode je njena osetljivost, reproduktivnost kao i niska cena koštanja. Ova metoda ima izvesne prednosti nad skupim instrumentalnim metodama jer daje realnu sliku o reakciji biljaka na prisustvo ostataka nekog herbicida u zemljištu.

Zemljišni, u odnosu na folijarne herbicide, imaju sposobnost dužeg delovanja u toku vegetacione sezone. Međutim, ovo njihovo svojstvo osim toga što obezbeđuje rezidualno delovanje, odnosno, uspešnu zaštitu useva od korova u dužem vremenskom periodu, istovremeno



može da predstavlja i ograničenje za setvu narednih biljkaka u plodoredu zbog mogućih oštećenja, pa i znatnijeg smanjenja prinosa.

Potreba za proizvodnjom sve većih količina hrane nameće potrebu intenziviranja poljoprivredene proizvodnje i na područjima gde za to postoje uslovi realizuju se po dve setve u istoj vegetacionoj sezoni. U našoj poljoprivrednoj praksi, vrlo često se nakon žetve ratarskih useva gaje povrtarske biljke koje imaju relativno kratak vegetacioni period. Herbicidi, kao što su klomazon i imazamoks, zahvaljujući dobroj efikasnosti zauzimaju značajno mesto u zaštiti ratarskih kultura od korova, ali njihova postojanost u zemljištu može da predstavlja potencijalnu opasnost za razvoj narednih biljaka u plodoredu.

Problem perzistentnih herbicida na osetljivost gajenih, a posebno povrtarskih biljaka i brzina njihove degradacije u zemljištu je malo proučavana u našoj zemlji. Cilj ovog rada bio je da se utvrdi osetljivost nekih povrtarskih biljaka koje se mogu gajiti u plodosmeni sa usevima u kojima se klomazon i imazamoks primenjuju na ostatake ovih herbicida. Takođe, ovo ispitivanje imalo je za cilj i praćenje dinamike degradacije klomazona i imazamoksa u različitim tipovima zemljišta u zavisnosti od stepena njegove vlažnosti.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. SUDBINA I PONAŠANJE HERBICIDA U ZEMLJIŠTU

Proizvodnja sve većih količina hrane nameće potrebu intenziviranja poljoprivredne proizvodnje, kao i suzbijanja štetnih organizama, a samim tim i učestalije upotrebe pesticida. Procenjuje se da bi bez upotrebe pesticidnih jedinjenja bilo izgubljeno oko 50% svetske poljoprivredne proizvodnje (Rice i sar., 2007). Stoga, upotreba pesticida je nezaobilazan faktor za očuvanje visokih prinosa u modernoj poljoprivrednoj praksi. Prema podacima iz 2005. godine u prometu se nalazi preko 500 pesticidnih jedinjenja na bazi kojih je formulisan veliki broj sredstava za zaštitu bilja (Gavrilesku, 2005). Međutim, korist koju primena pesticida u suzbijanju prouzrokovaca bolesti, štetnih insekata i korova donosi, može da bude praćena i određenim rizicima koji najčešće nastaju zbog neznanja i nepoštovanja normi vezanih za primenu. Usled neadekvatne i nestručne primene dolazi do neželjenih posledica vezanih za životnu sredinu. Na osnovu rezultata mnogobrojnih istraživanja utvrđeno je da samo jedan manji deo od ukupno primenjenih pesticidnih jedinjenja dospe na gajene biljke i štetne organizme, te je opravdana izražena bojazan za bezbednost od neželjenih efekata koje mogu imati za čoveka, neciljane organizme i životnu sredinu (Roberts, 1996; Carter, 2000; Gavrilesku, 2005; Yu i sar., 2006).

Herbicidi čine 50 - 60% u ukupnoj godišnjoj svetskoj potrošnji pesticida. Analiza potrošnje herbicida u svetu, po kulturama, je pokazala da se oni primenjuju na 92 - 97% površina pod ratarskim usevima, na tri četvrtine površina pod povrćem kao i na dve trećine pod zasadima jabuka i drugog voća (Carter, 2000; Stenersen, 2004).

Za bolje sagledavanje sudbine i ponašanja herbicida u životnoj sredini i da bi se izbegle neželjene posledice kako za ciljane tako i za neciljane organizme, neophodno je ispratiti različite procese kretanja i transformacija koji utiču na ponašanje herbicida. Ovi procesi se mogu odvijati u vodi, zemljištu i vazduhu, ali su zbog potencijalne dužine trajanja i efekata koje mogu imati, najznačajniji oni koji se dešavaju u zemljištu.

Zemljište predstavlja složen, dinamičan i specifičan sistem, koji se neprekidno menja i koji se sastoji od čvrste, tečne i gasovite faze. U njemu se odvijaju različiti hemijski, fizički i biološki procesi, koji su često isprepletani i najčešće bez jasnih granica. Tečna i gasovita faza zemljišta služe kao osnovni put transporta rastvorljivih i gasovitih jedinjenja, dok se na čvrstoj

fazi nakupljaju i transformišu hemijska jedinjenja. Sva jedinjenja koja se nađu u zemljištu podložna su procesima razgradnje kojima postaju sastavni deo zemljišnog kompleksa (Bergström i Stenström, 1998; Gevao i sar., 2000; Wanner i sar., 2005; Barraclough i sar., 2005; Janjić, 2005). Priroda i brzina transformacije određena je međudejstvima hemijskih i fizičkih karakteristika samog jedinjenja, osobina zemljišta (tekstura, pH, sadržaj gline i organske materije, brojnost mikroorganizama) i klimatskih činilaca (temperatura, vlažnost, aerisanost). Takođe, na sudbinu herbicida u značajnoj meri utiču i procesi adsorpcije (vezivanje za mineralnu i organsku materiju zemljišta), degradacija (hemijska, fotohemijska, mikrobiološka) i transport (isparavanje, ispiranje, spiranje i usvajanje biljkama).

Adsorpcija herbicida iz gasovite ili tečne faze za čvrstu fazu zemljišta je preovlađujući mehanizam pokretljivosti i pristupačnosti herbicida u zemljištu. Adsorpcija herbicida iz zemljišnog rastvora na zemljišne koloide dovodi do umanjenja njegove koncentracije u rastvoru i okarakterisana je adsorpcionim koeficijentom ( $K_d$ ). Visoke vrednosti  $K_d$  ukazuju da je herbicid veoma adsorptivan i samim tim nepokretan u zemljištu i otporan na mikrobiološku degradaciju (Zhang i sar., 2000; Beulke i sar., 2004). Organska frakcija zemljišta je veoma značajna za procese transformacije i transporta. Ona zadržava (apsorbuje ili adsorbuje) jedinjenja, te su sa tim u vezi, Wauchope i saradnici (2002) ukazali na visoko pozitivnu korelaciju između sadržaja organskih materija u zemljištu i vrednosti  $K_d$ . Organska materija u zemljištu se ponaša kao nepolarna faza ili površina i glavni je sorbent koji vezuje herbicide, jer je većina herbicida nepolarna ili slabo polarna.

Pod degradacijom herbicida se podrazumeva promena molekula ovih jedinjenja do različitih nivoa kada supstanca gubi aktivnost i postaje organska i/ili neorganska komponenta zemljišta. Vreme poluraspada (vreme poluživota -  $DT_{50}$ ) se definiše kao vreme potrebno da koncentracija herbicida opadne na polovinu od početne vrednosti. Fotodegradacija je proces razlaganja herbicida pod dejstvom sunčeve svetlosti, a mikrobiološka degradacija predstavlja transformaciju molekula herbicida do ugljendioksida, vode i drugih neorganskih jedinjenja pod uticajem zemljišnih mikroorganizama. Hemijska degradacija predstavlja razlaganje molekula herbicida mehanizmima u koje nisu uključeni živi organizmi. Tip i brzina hemijske transformacije, stepen adsorpcije molekula herbicida, pH vrednost, temperatura, vlažnost i sastav zemljišta, su glavni faktori koji utiču na stepen hemijske degradacije.

Mikrobiološka degradacija herbicida je dominantnija od hemijske u površinskom sloju zemljišta, tj. u zoni korenovog sistema. Međutim, kada herbicid napusti biološki aktivnu zonu korenovog sistema i prodre u dublje slojeve zemljišta, broj mikroorganizama se značajno smanjuje, tako da dominantnu ulogu preuzimaju hemijski procesi. Ispitivanja nekih istraživača (Anderson, 2003; Beck i sar., 2005; Joergensen i Emmerling, 2006) su pokazala da različiti sistemi obrade i đubrenja zemljišta mogu u velikoj mjeri da utiču i promene mikrobiološku aktivnost u odnosu na početno stanje. Ove agrotehničke mere mogu da smanje količinu mikrobiološke mase, uspore enzimatsku aktivnost, povećaju ili smanje brojnost nekih grupa mikroorganizama, i da na taj način direktno utiču na procese mikrobiološke degradacije. Brojnost i aktivnost mikroorganizama značajno se uvećava u zemljištima koja su bogata organskom materijom, a kako obrada zemljišta utiče na promene u sadržaju organskog ugljenika, najizraženija enzimatska aktivnost utvrđena je u površinskom sloju zemljišta koje nije u sistemu konvencionalne obrade (Levanon i sar., 1994; Böhme i sar., 2005).

Na proces degradacije herbicida utiče veliki broj faktora. Interakcije između ovih faktora u značajnom stepenu imaju uticaja na dužinu perioda u kojem će se ostaci nekog jedinjenja naći u zemljištu u količinama koje neće predstavljati opasnost za naredne biljke u plodoredu. Međutim, ako neki herbicid, pod uticajem različitih abiotičkih i/ili biotičkih faktora, ispolji izraženiju postojanost može doći do narušavanja fizioloških procesa u biljkama, koji se mogu odraziti na smanjenje prinosa ili mogu dovesti do potpunog propadanja osetljivih vrsta.

## **2.2. KLMAZON**

### **2.2.1. Opšta svojstva, ponašanje i sudbina klomazona u zemljištu**

Klomazon (IUPAC: 2-(2-hlorbenzil)-4,4-dimetil-1,2-oksazolidin-3-on) je selektivni sistemski herbicid iz grupe izoksazolidinona. Biljke ga usvajaju korenom i izdankom, kreće se ksilemom ka vrhu biljke i difuzijom dospeva u listove. Ne translocira se iz lista u list. Mehanizam delovanja klomazona inhibira formiranje izopentil pirofosfata (IPP) – zajedničkog jedinjenja svih izoprenoida u koje spadaju fotosintetski pigmenti, karotenoidi, prenosioci elektrona (plastokinoni), tokoferol i hormoni (giberelin). Klomazon inhibira aktivnost enzima deoksiksiluloza 5-fosfat sintetaze (DXS), koji zajedno sa deoksiksiluloza 5-fosfat reduktoizomerazom (DXR) katališe proces formiranja deoksiksiluloza 5-fosfata (DXP) i

metileritritol 4 fosfata (MEP), kao intermedijera između gliceraldehid 3-fosfata (G3P) i IPP u plastidima (Ferhatoglu i Barrett, 2006). Klomazon se svrstava u inhibitore biosinteze karotenoida (HRAC), čija je najvažnija uloga da spreče aktivne oblike kiseonika da putem lipidne peroksidacije razgrade membrane hloroplasta (Duke i sar., 1985; Young, 1991; Böger i Sandmann, 1993; Armel i sar., 2007). Herbicidi koji inhibiraju enzime u procesu biosinteze karotenoida prouzrokuju karakteristične simptome izbeljivanja listova osetljivih biljaka.

Klomazon se koristi za suzbijanje širokolisnih (*Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Sinapis arvensis*, *Stellaria media*) i travnih (*Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria spp.*, *Sorghum halepense*) korova u usevima soje, pirinča, duvana, pamuka, pasulja, graška, i nekih povrtarskih biljnih vrsta kao što su kupus, tikve i paprika. U Srbiji je registrovan za suzbijanje korova u soji, uljanoj repici, duvanu i paprici (Janjić i Elezović, 2010). Može se primeniti pre setve uz obaveznu inkorporaciju ili posle setve, a pre nicanja korova, kao i folijarno. Relativno je isparljiv ( $1,92 \times 10^{-2}$  Pa na 25°C) i rastvorljiv u vodi (1,1 g/l na 25°C). Pare klomazona mogu izazvati izbeljivanje listova osetljivih biljaka, pa se zbog toga u praksi preporučuje njegova primena uz plitku inkorporaciju (Thelen i sar., 1988; Tomlin, 2003; Gunasekara i sar., 2009). Vreme polurazgradnje ( $DT_{50}$ ) u zemljištu, u laboratorijskim uslovima na 20°C u zavisnosti od tipa zemljišta i sadržaja organske materije varira od 27 – 153 dana, a u poljskim uslovima od 15 – 90 dana (EFSA, 2007).

Postojanost klomazona u zemljištu zavisi od većeg broja faktora, ali njihov uticaj nije podjednako bitan. Utvrđeno je da perzistentnost ovog jedinjenja direktno zavisi od njegove dostupnosti u zemljištu, a što je uslovljeno stepenom adsorpcije (Loux i sar., 1989a,b; Mills i sar., 1989; Mills i Witt, 1989; Gallandt i sar., 1989; Ahrens i Fuerst, 1990; Kirksey i sar., 1996; Antonius, 2000; Gunasekara i sar., 2009). Takođe, utvrđena je izražena i visoka korelacija između adsorptivnosti i sadržaja organske materije u zemljištu, ali i znatno manji uticaj koji ima sadržaj gline u zemljištu, dok je sa kapacitetom izmene katjona (CEC) konstatovana negativna korelacija.

Loux i saradnici (1989b) su ispitivali zavisnost adsorpcije klomazona od osobina zemljišta. Istraživanja su obavljena na 19 tipova zemljišta sa različitim fizičko-hemijskim osobinama. U ovim zemljištima sadržaj organskog ugljenika je varirao od 0,30 do 3,40%; pH vrednost se kretala u intervalu 4,2 – 8,3, dok je sadržaj gline bio u granicama od 2 do 55%. U

ovim istraživanjima autori su utvrdili da adsorpcija klomazona zavisi, pre svega, od sadržaja organske materije, ali i da postoji izraženi afinitet minerala gline prema klomazonu. Tako je u zemljištima u kojima je sadržaj organskog ugljenika bio između 1,48 i 2,07%, a sadržaj gline od 7 do 55%, adsorpcija zavisila isključivo od sadržaja organske materije. Međutim, u zemljištu sa 0,72% organskog ugljenika i 60,8% gline, glinena frakcija je bila ta koja je adsorbovala više herbicida. Isti autori (Loux i sar., 1989a), i u biotest ogledima, na dva tipa zemljiša (5,8%, odnosno 1,3% organske materije), kao posledicu izraženije adsorpcije, su konstatovali veće vrednosti  $I_{50}$  za porast izdanka pšenice (600 ppbw) u zemljištu sa većim sadržajem organske materije u odnosu na zemljište sa manjim sadržajem organske materije (180 ppbw).

Takođe, Gallandt i saradnici (1989) u istraživanjima biotest metodom su potvrdili bržu degradaciju i iščezavanje klomazona u zemljištu koje je imalo manji procenat organske materije i gline, a veći sadržaj peska. Najmanja količina primene klomazona (0,6 kg/ha) u zemljištu sa manjim sadržajem organske materije bila je ispod granice detekcije (0,1 mg/kg) već posle dva meseca od primene, dok je u bogatijem zemljištu za potpuno iščezavanje bilo potrebno četiri meseca. Međutim, najveća količina herbicida (2,2 kg/ha) koja je primenjena u ovom biotestu, u koncentraciji od 0,1 mg/kg detektovana je i šest meseci kasnije u zemljištu sa više organske materije, dok je u drugom tipu zemljišta, ista koncentracija klomazona zabeležena posle četiri meseca. Kirksey i saradnici (1996) su zabeležili 22% veću adsorpciju klomazona u ilovastom zemljištu sa 2,2% organske materije, u odnosu na glinovito-ilovasto zemljište sa 1,7% organske materije.

Osim adsorpcije na postojanost nekog jedinjenja veliki uticaj ima i proces desorpcije. Zbog izuzetno kompleksne prirode zemljišta i veoma složenih adsorpcionih mehanizama, ravnoteža u sistemu zemljište – zemljišni rastvor ne mora u potpunosti biti reverzibilna. Adsorpcioni koeficijent raste kada se nakon uspostavljanja ravnotežne raspodele pesticida između zemljišta i vode, vodena faza zameni svežom količinom vode, a što se može objasniti preko desorpcionog histerezisa. Postojanje desorpcionog histerezisa se obično tumači neravnotežnim uslovima, mikrobiološkom ili hemijskom degradacijom, mada se najčešće objašnjava ireverzibilnošću jake adsorpcije za zemljišne koloidne komponente, posebno za površinu zemljišne organske materije. Cumming i saradnici (2002) su utvrdili da prilikom sukcesivnog određivanja desorpcije klomazona dolazi do ispoljavanja desorpcionog histerezisa, odnosno da su

u zemljištu prisutni vezani ostaci herbicida, koji su kao takvi nedostupni biljkama za usvajanje, ali i procesima razgradnje. Kao što stepen adsorpcije zavisi od tipa i osobina zemljišta, tako je i vrednost stope uravnoteženja sistema zemljište – zemljišni rastvor različita, ali usaglašena sa adsorptivnim kapacitetima samog zemljišta (Loux i sar., 1989b; Mervosh i sar., 1995a,b). Takođe, desorpcija klomazona zavisi i od vremena koje herbicid provede u zemljištu, odnosno, zbog izraženog desorpcionog histerezisa sa protokom vremena ostaci klomazona postaju jače vezani i nedostupni. Pomoću instrumentalnih metoda, tačnije hemijskom ekstrakcijom, ostaci klomazona detektovani su u različitim tipovima zemljišta i godinu dana posle primene, iako su vrednosti poluživota bile značajno kraće ( $DT_{50}$  6 – 59 dana)(Cumming i sar., 2002). Stoga su ovi autori istakli da je opasnost od pojave oštećenja na osetljivim biljkama koje slede u plodoredu, zbog desorpcionog histerzisa klomazona, mnogo veća u zemljištima fine teksture, a pogotovo u sušnim godinama i kada su kratki rokovi u plodosmeni.

Loux i saradnici (1989a) su utvrdili da se ostaci klomazona veći od 150 ppbw mogu detektovati u površinskom sloju zemljišta (do 7,5 cm dubine) koje ima veći sadržaj organske materije, i godinu dana nakon primene. U sloju zemljišnog profila od 7,5 do 15 cm prisustvo klomazona je utvrđeno u znatno manjim koncentracijama tokom čitavog perioda uzorkovanja. Iako su na osnovu svojih prethodno utvrđenih rezultata o dostupnosti ovog jedinjenja (Loux i sar. 1989b) očekivali veću pokretljivost klomazona u zemljištu sa manjim sadržajem organske materije, istraživanja ovih autora u polju su se pokazala suprotnim od očekivanih. Dobijene rezultate objasnili su bržim iščezavanjem herbicida u siromašnijem zemljištu, i samim tim onemogućavanjem njegovog sakupljanja u dubljim slojevima (Loux i sar., 1989a). Curran i saradnici (1992) su konstatovali značajan nivo ostataka klomazona u periodu 14 - 84 dana nakon primene u zemljišnom profilu dubine 10 do 20 cm, ali su takođe i naglasili da su izmerene koncentracije uvek bile na nivou manjem od 10% od onih utvrđenih u sloju do 10 cm dubine. Sa druge strane, u svojim istraživanjima Mills i Witt (1989) su utvrdili da se ostaci klomazona nisu mogli detektovati na dubini zemljišnog sloja od 10 do 20 cm. Uticaj različitih pokrova na površini zemljišta na pokretljivost klomazona pratio je Antonious (2000) i utvrdio da su travne linije značajno smanjile količinu klomazona na dubini do 23 cm u odnosu na PVC malč i golo zemljište, dok su ostaci ovog herbicida na dubini 23 - 46 cm bili zanemarljivi bez obzira na prisutni tip pokrova. Gallaher i Mueller (1996), su pratili dinamiku degradacije klomazona na

dubini 0 - 8 cm tokom 90 dana od primene, ali nisu uočili statistički značajne razlike između parcela na kojima je gajena soja i onih bez useva, te su zaključili da prisustvo useva nije imalo uticaja na brzinu iščezavanja ovog jedinjenja.

Uticaj obrade zemljišta na pokretljivost i postojanost klomazona nije dosledno prisutan, dok način primene može uticati na smanjenje gubljenja klomazona parama sa površine zemljišta i biljnih ostataka (Thellen i sar., 1988; Mills i Witt, 1989; Ahrens i Fuerst, 1990; Curran i sar., 1992). Obrada zemljišta pre setve potencijalno osetljivih vrsta prouzrokuje veća oštećenja i smanjenje prinosa jer je pomeranjem u dublje slojeve klomazon u dužem periodu dostupan korenu biljaka (Ahrens i Fuerst, 1990). Tako su ovi autori u svojim ispitivanjima, bez obzira na tip zemljišta i količine primene klomazona, utvrdili maksimalne vrednosti hloroze na biljkama pšenice u opsegu 8 - 60% u sistemu bez obrade zemljišta, zatim 9 - 67% u redukovanom sistemu obrade, da bi u sistemu konvencionalne obrade stepen oštećenja bio od 18 do 81%. I Mills i saradnici (1989) su zabeležili dužu perzistentnost klomazona u zemljištima na kojima je primenjen konvencionalan sistem obrade u odnosu na sistem bez obrade zemljišta. Takođe, postojanje malih, ali statistički neznačajnih razlika u dužini postojanosti ovog herbicida u zavisnosti od načina obrade potvrdili su i Curran i saradnici (1992). U prvoj godini ispitivanja zabeležene vrednosti polu-života bile su 52 za redukovanu i 58 dana za konvencionalnu obradu zemljišta. U drugoj godini, vrednosti polu-života su bile veće zbog značajno manjih količina padavina u odnosu na prethodnu godinu, i iznosile su 83 i 91 dan za redukovan, odnosno konvencionalan način obrade zemljišta.

Sa druge strane, način primene može značajno uticati na perzistentost klomazona, a prevashodno zbog velikog potencijala isparljivosti koji odlikuje ovo jedinjenje. Naime, herbicidi sa ovakvim svojstvima mogu biti manje postojani ako se primene posle setve, a pre nicanja (PRE-EM), nego pre setve uz inkorporaciju (PPI). U prilog ovoj tvrdnji idu istraživanja Curran i saradnika (1991,1992) u kojima su konstatovali nizak nivo oštećenja kukuruza kao naredne biljke u plodoredu, a nakon primene klomazona posle setve, a pre nicanja u količinama dva puta većim od preporučenih. Takođe, isti autori na osnovu dvogodišnjih ispitivanja, su istakli i razliku u perzistentosti iskazanu preko dužine polu-života koja je za PRE-EM tretmane iznosila 59 i 69 dana, u prvoj, odnosno drugoj godini ispitivanja, dok je za PPI tretmane bila 59, odnosno 117 dana. Rezultate iz prve godine ispitivanja u kojima nisu zabeležene nikakve razlike u brzini



iščežavanja klomazona u zavisnosti od načina primene, objasnili su uobičajenim nivoom padavina za taj lokalitet, kao i činjenicom da je sama primena herbicida bila praćena dodatnim padavinama pet dana posle aplikacije. Povoljni meteorološki uslovi u toj vegetacionoj sezoni usloveli su odgovarajuću vlažnost zemljišta za primenu klomazona i smanjeno isparavanje, kako za PPI tretmane, tako i za PRE-EM tretmane jer je zahvaljujući kiši omogućeno unošenje herbicida u površinski sloj zemljišta i njegova adsorpcija. Sa druge strane, sledeću vegetacionu sezonu karakterisala je smanjena količina padavina, čak 54% manje nego u prethodnoj godini, a naročito u prva dva meseca nakon primene. Takvi uslovi prouzrokovali su duže zadržavanje klomazona na površini zemljišta u PRE-EM tretmanu i pojačano gubljenje isparavanjem, a što se ispoljilo kroz razliku od čak 48 dana u dužini polu-života u zavisnosti na način primene, a u korist PPI tretmana.

Gubljenje klomazona isparavanjem sa površine zemljišta ili biljnih ostataka, koje je zapaženo prilikom PRE-EM tretmana, može imati značaja kao jedan od mehanizama iščežavanja ovog herbicida, ali i zbog mogućih oštećenja susednih biljaka. Tako su Locke i saradnici (1996) na osnovu stepena oštećenja osetljive test biljke *Abutilon theophrasti* utvrdili da je isparljivost klomazona najveća u toku prve dve nedelje posle primene. Takođe, zaključili su i da porast temperature ubrzava isparavanje ovog herbicida, odnosno da se ono odvija u kraćem vremenskom roku, za razliku od Mervosh i saradnika (1995b) koji su tvrdili da se sa porastom temperature povećava isparljivost klomazona. Naime, kod biljaka *A.theophrasti* koje su bile izložene parama klomazona sa zemljišta koje je inkubirano na 35°C, Locke i saradnici (1996) su konstatovali da se stepen oštećenja smanjivao posle petnaestog dana, da bi potpuni oporavak biljaka usledio nakon 40 dana. U tretmanu kada je temperatura zemljišta bila 25°C utvrđena oštećenja (izbeljivanje listova) su nestala posle 49 dana, dok su ona izazvana parama klomazona sa zemljišta inkubiranog na 15°C bila prisutna sve vreme izvođenja oglada (75 dana posle aplikacije). Ovakve rezultate autori su objasnili smanjenom desorpcijom klomazona, a samim tim i smanjenom količinom u zemljištu pokretnog herbicida, sa povećanjem temperature i vremena proteklog od primene. Sa druge strane, u istom ogledu, utvrdili su i da se sa povećanjem sadržaja vlage u zemljištu produžava period u kojem ovaj herbicid isparava, ali i da se najveći stepen oštećenja biljaka javlja u prve dve nedelje po primeni klomazona. Takođe, inkorporacijom se smanjuje koncentracija herbicida u zemljištu što povećava afinitet ovog jedinjenja za zemljište, te

se veća količina vezuje za zemljišne čestice, čime se mogu dodatno objasniti razlike u isparljivosti između PPI i PRE-EM tretmana. Stoga, ako i dođe do isparavanja, ono duže traje i manjeg je intenziteta, dok primenu po površini karakteriše intenzivnije isparavanje u kraćem vremenskom roku.

Pored temperature i vlažnosti zemljišta značajan uticaj na isparavanje klomazona mogu imati i vetar i vazдушna strujanja. Tako su Halstead i Harvey (1988), u dvogodišnjim istraživanjima, pratili uticaj vetra na isparavanje ovog jedinjenja i zaključili da posledice isparavanja u prvim satima nakon primene odgovaraju dominantnom pravcu vetra. Daljina do koje su uočena oštećenja na osetljivim biljkama pšenice i suncokreta zavisila je od količine primene klomazona. Kada je klomazon primenjen u količini 0,56 kg/ha oštećenja na pšenici su se javila na udaljenosti 8,3 – 9,5 m, a na suncokretu 12,9 – 15,9 m od mesta primene. Količina od 1,40 kg/ha klomazona izazvala je oštećenja na pšenici udaljenoj 12,2 – 15,9 m, dok su simptomi izbeljivanja listova suncokreta uočeni i na biljkama koje su bile udaljene 18,3 – 32,4 m. Međutim, ovi autori su utvrdili i da je primena klomazona impregniranog na suvo mineralno đubrivo smanjila pokretljivost herbicida i da su oštećenja na pšenici bila na 35 – 42%, odnosno na suncokretu na 37 – 51% manjoj razdaljini od standardnog tretmana. I Mervosh i saradnici (1995c) su istakli da granulirana formulacija, tačnije kada je klomazon inkapsuliran skrobom, pokazuje manji stepen isparljivosti u odnosu na tečnu formulaciju (EC).

Na perzistentnost klomazona značajno utiče i sadržaj vlage u zemljištu. Na osnovu dvogodišnjih istraživanja, u kojima su klomazon primenjivali na različitim tipovima zemljišta i u različitim meteorološkim uslovima, Ahrens i Fuerst (1990) su zaključili da su uslovi koji favorizuju dužu perzistentnost, a samim tim i veći nivo ostataka u zemljištu, pojava suše u godini primene klomazona koju prati godina sa uobičajenom ili povećanom količinom padavina. Smanjena količina vlage nakon aplikacije klomazona prouzrokuje izraženiju perzistentnost, dok se sa povećanjem vlažnosti zemljišta u narednoj vegetacionoj sezoni aktiviraju ostaci ovog jedinjenja. Do istih zaključaka došli su i Gunsolus i saradnici (1986) prateći nivo ispoljene fitotoksičnosti klomazona na nekoliko biljnih vrsta u različitim pedo-klimatskim uslovima.

Na stepen i brzinu degradacije klomazona, osim pomenutih abiotičkih faktora značajan, uticaj ima i prisustvo mikroorganizama u zemljištu. Sudbinu klomazona u zemljištu, u laboratorijskim uslovima uz pomoć radioaktivno obeleženog jedinjenja ( $^{14}\text{C}$ ), sa aspekta

mikrobiološke aktivnosti, inkubacione temperature, vlažnosti zemljišta i biodostupnosti u funkciji vremena, ispratili su Mervosh i saradnici (1995a). Njihovi rezultati, dobijeni poređenjem nastalih promena u sterilnom i reinokulisanom zemljištu, potvrdili su da je degradacija klomazona biološki zavisna. S obzirom na to da mineralizacija (razgradnja uz izdvajanje CO<sub>2</sub>) i zemljišno disanje nisu bili u korelaciji u uslovima povišenih inkubacionih temperatura (25 - 35°C), oni su, dalje, zaključili da su specifični mikroorganizmi zaslužni za razgradnju klomazona mnogo aktivniji pri nižim temperaturama (5 - 15 °C) nego celokupna populacija mikroorganizama u datom zemljištu. Nakon 84 dana, od primenjene količine obeleženog jedinjenja ekstrahovano je 59% klomazona u nepromenjenoj formi, dok je manje od 12% ostalo u zemljištu u formi vezanih ostataka i nije se moglo izdvojiti. Jedini detektovani metabolit predstavljao je manje od 5% primenjenog klomazona i dobijen je samo u uslovima niskih temperatura i manje vlažnosti zemljišta. Struktura metabolita nije određena, ali je utvrđeno da ne sadrži karbonilni ugljenik, što navodi na zaključak da se metabolizam klomazona u početnim fazama odvija putem cepanja prstena izoksazolidinona, a što je praćeno izdvajanjem karbonilnog ugljenika u obliku ugljendioksida.

Detaljnija ispitivanja mikrobiološke transformacije klomazona i identifikaciju struktura nastalih metabolita, uradili su Liu i saradnici (1996). Oni su utvrdili da je 17 od ispitivanih 41 tipičnih zemljišnih mikroorganizama proizvelo 12 različitih metabolita klomazona. Takođe, istakli su da se po vrlo izraženoj metaboličkoj aktivnosti izdvojilo čak 11 mikroorganizama, proizvedeći od 5 do 8 različitih metabolita, dok su tri metabolita u vrlo ograničenim količinama proizvela samo jedan ili dva mikroorganizma. Na osnovu dobijenih rezultata autori su predložili puteve metaboličke razgradnje klomazona pod uticajem mikroorganizama. Glavni put transformacije obuhvata hidrosilaciju 5-metilen ugljenika u izoksazolidon prstenu, kao i hidrosilaciju metil grupe u oksazolidon prstenu. Kao sporedne puteve mikrobiološke transformacije autori navode dihidrosilaciju aromatičnog prstena klomazona, cepanje izoksazolidon N-C veze ili potpuno prevođenje izoksazolidon prstena u oblik hlorobenzil alkohola.

### 2.2.2. Fitotoksičnost klomazona za gajene biljne vrste

Vrlo brzo nakon uvođenja u primenu, pojavili su se i prvi problemi sa oštećenjima narednih useva od ostataka klomazona u zemljištu, i to najpre na pšenici i kukuruzu, a upravo zbog toga što se ovi usevi najčešće gaje u plodosmeni sa sojom. Tako su Gunsolus i saradnici (1986) primenjujući klomazon (1400 i 2800 g a.s./ha, PRE-EM tretman) u usevu soje tokom dve vegetacione sezone konstatovali oštećenja na pšenici, kukuruzu, ovsu i lucerki, koji su sejani kao naredne biljke. Nivo ispoljene fitotoksičnosti bio je različit kako između pojedinih biljnih vrsta, tako i u zavisnosti od tipa zemljišta i meteoroloških uslova. Kao najosetljivija pokazala se pšenica sa obzirom na to da su konstатовana značajna oštećenja na biljkama u svim varijantama oglada na različitim tipovima zemljišta (sadržaj organske materije 3,9 – 7,7%). Autori su, ipak, istakli da je najveći nivo oštećenja bio na lokalitetu sa najvećim sadržajem organske materije, a na kojem je zabeležena količina padavina bila ispod uobičajenog nivoa u godini primene klomazona.

Potvrdu osetljivosti pšenice na klomazon, dali su i Loux i saradnici (1989a) u biotest ogledima, kada su 14 dana nakon primene klomazona konstatovali redukciju sveže mase klijanaca pšenice i hlorotična oštećenja na izdancima koja su bila praćena nekrozom tkiva. Istovremeno, utvrdili su daleko veće vrednosti  $I_{50}$  za porast izdanka pšenice u zemljištu sa većim sadržajem organske materije (600 ppbw) u odnosu na zemljište sa manjim sadržajem organske materije (180 ppbw).

Takođe, i Ahrens i Fuerst (1990) su dokazali da 11 meseci nakon primene, ostaci klomazona mogu prouzrokovati hlorotična oštećenja i izbeljivanje listova pšenice. Ostaci klomazona nakon primene u proleće (PPI i PRE-EM) u usevu soje na zemljištu bogatom organskom materijom izazvali su oštećenja 8 – 53% kada su primenjene preporučene količine (0,56, 0,83 i 1,1 kg a.s./ha), odnosno 22 – 81% za veće količine primene (1,4, 1,7 i 2,2 kg a.s./ha). Međutim, stepen ispoljenih oštećenja u zemljištu sa manjim sadržajem organske materije bio je neuporedivo manji (1 – 19%), a pogotovo ako se uzme u obzir da su se simptomi ispoljili samo pri većim količinama primene klomazona. Nizak nivo (2 – 15%) hloroze listova pšenice u početnim fazama porasta, ovi autori su zabeležili i kada su klomazon u preporučenim količinama primenili u jesen (pre setve soje u proleće), dok je za veće količine stepen ispoljenih simptoma bio nešto izraženiji (3 – 48%). Do sličnih rezultata došli su i u ogledima kada je klomazon primenjen na ugaru. Međutim, u varijantama kada je pšenica gajena u plodosmeni sa sojom nije

utvrđeno smanjenje prinosa, dok su veće količine klomazona primenjenije na ugaru dovele do zaostajanja u porastu i smanjenja prinosa pšenice. Na kraju, ovi autori su zaključili da su na oba lokaliteta najmanja oštećenja zabeležena nakon jesenje primene klomazona, dok je izraženiji stepen oštećenja utvrđen nakon prolećnih PPI tretmana, a koji se povećavao sa porastom intenziteta obrade zemljišta (oranje raonim plugom). Naime, zbog manje pokretljivosti klomazona i u uslovima pojave suše u godini primene ovog herbicida, ispoljila su se izraženija oštećenja u tretmanima sa intenzivnom obradom zemljišta, a kao posledica premeštanja klomazona u dublje slojeve zemljišta i veće izloženost korenova pšenice ostacima herbicida.

Oštećenja u vidu izbeljenih i hlorotičnih listova u usevu ozime pšenice utvrdili su i Walsh i saradnici (1993). Klomazon primenjen u koncentraciji 840 g a.s./ha godinu dana ranije u usevu soje, izazvao je oštećenja od 19 – 25% na osetljivim biljkama pšenice, dok je duplo veća količina (1680 g a.s./ha) prouzrokovala intenzivniji stepen ispoljenih simptoma (38 – 49%). Takođe, zabeleženo je i smanjenje prinosa od 28 – 38%, te su ovi autori ukazali na potencijalnu opasnost od gubitaka ako se u plodoredu posle žetve soje seje pšenica. Međutim, za razliku od prethodnih istraživanja (Ahrens i Fuerst, 1990), oni nisu utvrdili uticaj jesenje obrade zemljišta na stepen ostataka klomazon, a bez obzira na količinu primene i tip zemljišta.

Ispitujući uticaj ostataka klomazona na pšenicu, kao narednu biljku u plodoredu, a nakon primene 430 i 560 g a.s./ha u usevu pasulja, Renner i Powell (1992) su potvrdili osetljivost ove biljne vrste. U prvoj godini istraživanja ispoljeni stepen osetljivosti bio je na nivou 30 – 53%, dok je u drugoj godini zabeležen daleko viši nivo hlorotičnih oštećenja (>95%), kao i značajno smanjenje prinosa. Ovoliko ispoljenu razliku, autori su objasnili smanjenom količinom vlage u zemljištu, kao i kraćim vremenom između primene klomazona i setve pšenice u drugoj godini ispitivanja, te su zaključili da ozimu pšenicu ne bi trebalo sejati posle pasulja u kojem je primenjeno više od 430 g a.s. klomazona po hektaru.

Sa druge strane, Krausz i saradnici (1992, 1994) primenjujući klomazon (0,56 – 3,36 kg a.s./ha) posle setve, a pre nicanja soje na zemljištima sa malim sadržajem organske materije i gline, nisu utvrdili nikakav stepen oštećenja na biljkama ozime pšenice u prvoj godini ispitivanja, dok je u drugoj godini konstatovana slaba hloroza samo u tretmanima sa većim količinama klomazona (2,24 odnosno 3,36 kg a.s./ha). Iste rezultate zabeležili su i u ogledima kada je klomazom primenjen inkorporacijom, a pšenica posejana posle 122 – 159 dana. Ipak, istakli su da

su istraživanja obavljena u godinama sa većom količinom padavina i na siromašnijim zemljištima, što je, pretpostavljaju, ubrzalo razgradnju klomazona. Takođe, i Miller (2003) je naveo da inkorporacija klomazona u količini od 560 g a.s./ha u usevu graška, nije prouzrokovala oštećenja na usevu ozime pšenice zasejanom 4 – 5 meseci nakon primene herbicida.

Različiti rezultati dobijeni su i kada je ispitivan uticaj ostataka klomazona na kukuruz kao narednu biljku u plodoredu. Tako su Gunsolus i saradnici (1986) konstatovali vizuelna oštećenja na biljkama kukuruza koji je gajen na zemljištu sa 3,9 – 7,7% organske materije, a na kojima je klomazon primenjen PRE-EM tretmanom u količini 2,2 kg a.s./ha. Walsh i saradnici (1993), takođe, su utvrdili oštećenja ali ne veća od 10% u varijantama kada je klomazon primenjen u PPI tretmanu u dva puta većim količinama od preporučenih, a slično njima i Monks i Banks (1991) su konstatovali oštećenja do 20%, ali bez uticaja na prinos kukuruza. U svojim istraživanjima i Mills i saradnici (1989), kao i Mills i Witt (1989) nisu zabeležili smanjenje broja klipova ili prinosa po hektaru, ali ni bilo kakvu vrstu oštećenja ili redukciju visine i porasta biljaka kukuruza.

Nasuprot navedenom, Curran i saradnici (1991) su utvrdili pojavu hloroze (12 – 39%), smanjenje visine i redukciju sveže mase biljaka kukuruza u fazi trećeg lista u ogledima na glinovitim zemljištima na kojima je klomazon primenjen prethodne godine u soji u količini od 2,24 kg a.s./ha. Još veći stepen oštećenja zabeležen je kada je praćen uticaj vremena primene klomazona i načina obrade zemljišta (Curran i sar., 1992). Naime, veći stepen hloroze (56%), smanjenja visine (35%) i smanjenja prinosa (46%) utvrđen je za PPI tretmane nego za PRE-EM primenu u kojima su hloroza i smanjenje visine bile oko 25%, dok razlike u prinosu nisu bile statistički značajne. Još izraženiji nivo oštećenja (za PPI – hloroza 69%, a za PRE-EM 34%) bio je u varijantama sa redukovanim sistemom obrade, nego kod konvencionalnog načina, a što su autori objasnili smanjenjem koncentracije klomazona koji se postiže intenzivnijom obradom zemljišta. Izvesna oštećenja, ali ne i smanjenje prinosa šećerne repe zasejane godinu ili dve dana posle primene klomazona, zabeležili su Renner i Powell (1991), dok su slični rezultati dobijeni i za pamuk i gajeni sirak (Monks i Banks, 1991; Walsh i sar., 1993).

Takođe, ispitivanja o uticaju klomazona na biljke pirinča bila su predmet interesovanja mnogih istraživača. Johnson i saradnici (1995) su ispitivali uticaj ostataka klomazona nakon primene u soji (1,12 kg a.s./ha na praškastoj ilovači, odnosno 1,4 kg a.s./ha na glinovitom tipu zemljišta) na usev pirinča koji je zasejan devet meseci kasnije i konstatovali da ni u jednoj

varijanti oglada nije bilo oštećenja. Ovakvi rezultati inicirali su dalja istraživanja o mogućnostima korišćenja klomazona u usevu pirinča. Međutim, Jordan i saradnici (1998) su u ogleđima na istim tipovima zemljišta, na kojima je klomazon primenjen u količinama 0,56 – 2,2 kg a.s./ha, utvrdili značajno izbeljivanje biljaka 2 nedelje posle primene, i to 77 – 95% na praškastoj ilovači odnosno 22 – 88% na glinovitom zemljištu. Nivo oštećenja je bio izraženiji kod biljaka koje su posejane ranije u vegetaciji, a što je objašnjeno niskim temperaturama u vreme setve što je izazvalo dodatni stres biljaka. Ipak, smanjenje prinosa utvrđeno je na tri od deset oglada i to samo za dve najveće količine primene, te su ovi autori ostavili mogućnost primene klomazona u količini od 0,56 kg a.s./ha ukoliko se seju sorte koje karakteriše izraženi vigor i snažno bokorenje da bi se kompenzovala početna oštećenja. I Talbert i saradnici (1999) su utvrdili oštećenja do 60% sedam dana posle tretmana, kada je klomazon primenjen PRE-EM u količini 0,45 kg a.s./ha. Sa druge strane, Webster i saradnici (1999) su konstatovali oštećenja od 8 – 18% na biljkama pirinča sedam dana posle nicanja u kojima je klomazon primenjen pre setve, kao i Bollich i saradnici (2000) koji su utvrdili oštećenja do 15%, ali bez uticaja na prinos kada se primeni 0,56 kg a.s. klomazona po hektaru. Većina autora (Zhang i sar., 2004; Zhang i sar., 2005; O’Barr i sar., 2007; Andres i sar., 2013) se slaže da bez obzira na oštećenja na biljkama pirinča u početnim fazama porasta, klomazon se može koristiti na svim tipovima zemljišta uz prilagođene količine primene (0,34 – 0,40 kg a.s./ha).

Povrtarske vrste (grašak, pasulj, kupusnjače, krastavac, paradajz, spanać) imaju relativno kratak vegetacioni period zbog čega se vrlo često seju nakon žetve ratarskih useva ili koriste kao usev za presejavanje. Samim tim, značajnu grupu istraživanja čine i ona u kojima je ispitivan uticaj ostataka klomazona na ove biljne vrste. Tako su Pornprom i saradnici (2010), pratili uticaj ostataka klomazona (primenjen godinu dana ranije u usevu soje u količini 1080 g a.s./ha) na klijanje i porast biljaka krastavca, kukuruza šećerca i kineskog kupusa. Sa obzirom na to da nisu utvrdili fitotoksične efekte smatraju da se ove biljne vrste mogu sejati u plodoredu sa sojom. Takođe, u dvogodišnjim ogleđima, Miller (2003) je ispitivao mogućnost primene klomazona u usevu graška, kao i uticaj ostataka ovog herbicida na naredne useve zasejane nakon žetve u jesen (kupus i lala) ili u proleće sledeće godine (jagoda, spanać, krastavac i krompir). Klomazon je primenjen PPI tretmanom u količini od 0,56 kg a.s./ha na zemljištima sa 2 – 3% organske materije. Oštećenja graška (19%) zabeležena su samo u prvoj godini primene, ali nisu imala

uticaja na ostvareni prinos. Takođe, ni kod jesenjih useva nisu konstatovani nikakvi štetni uticaji ostataka klomazona jer smanjenje biomase kupusa od 15% nije pokazalo statističku značajnost. Kod prolećnih useva zabeležena su nešto izraženija oštećenja (smanjenje biomase spanaća 25% i smanjenje težine krtola krompira 31%) ali ni ona nisu bila statistički značajna. Ipak, autor je naglasio da su tokom izvođenja ogleda bili povoljni klimatski uslovi, kao i da je vršena intenzivna obrada zemljišta, što je verovatno doprinelo bržoj razgradnji klomazona.

Sa druge strane, u laboratorijskim eksperimentima, Scott i Weston (1992) su merenjem sadržaja ukupnog hlorofila i karotenoida poredili osetljivost različitih kupusnjača na klomazon. Brokoli se pokazao kao najmanje osetljiva vrsta jer su izračunate vrednosti inhibicije biosinteze pigmenata ( $I_{50}$ ) bile čak pet puta veće nego kod biljaka zelenog kupusa. Nešto veću osetljivost pokazali su i crveni kupus i karfiol. Takođe, osetljivost kupusnjača na prisustvo klomazona, potvrđena je i u ogledima u polju (Scott i sar., 1995). Ovi autori su, primenjujući klomazon inkorporacijom u količinama od 0,4 – 3,4 kg a.s./ha na zemljištima sa 3 – 5% organske materije, konstatovali širok raspon oštećenja (15 – 88%) kod svih ispitivanih vrsta dve nedelje nakon rasađivanja. Ipak, osam nedelja kasnije, stepen oštećenja je bio dosta manji i to: kod kineskog kupusa 30%, brokolija 28%, karfiola 16%, dok je kod zelenog i crvenog kupusa nivo oštećenja bio manji od 10%. Na kraju, autori su zaključili da je primena klomazona u kupusnjačama u količinama većim od 0,8 kg a.s./ha neprihvatljiva zbog smanjenja prinosa, a pogotovo na zemljištima sa manjim sadržajem organske materije i u uslovima smanjenih padavina.

Iako je u Sjedinjenim Američkim Državama klomazon registrovan za upotrebu u usevu bundeve, Barth i saradnici (1995) su zabeležili smanjenje sadržaja pigmenata, a što je dovelo do značajnog umanjena kvaliteta ploda bundeve. Takođe, različiti stepen oštećenja, a koji je prevashodno zavisio od sortimenta bundeve i muskatne tikve konstatovali su i Keinath i DuBose (2000), kao i Harrison Jr. i Keinath (2003). Uticaj sortimenta, kao faktor tolerantnosti na prisustvo klomazona, zabeležen je i u usevu pasulja. Tako Soltani i saradnici (2004), u ogledima u kojima je klomazon primenjen u količinama od 840 i 1680 g a.s./ha, nisu utvrdili nikakvo smanjenje visine i suve mase izdanka, kao ni prinosa belog pasulja. Međutim, kada je klomazon primenjen u količini od 2000 g a.s./ha u usevu otebo pasulja, konstatovano smanjenje visine biljaka od 10% i suve mase izdanka od 25% bilo je uočljivo već sedam dana posle nicanja biljaka, ali oštećenja nisu imala uticaja na prinos (Soltani i sar., 2006).



Weston i Barrett (1989) u ogledima u stakleniku, su konstatovali izraženu osetljivost klijanaca paradajza beležeći vizuelna oštećenja u vidu veoma intenzivnih simptoma hloroze i nekroze već deset dana posle primene klomazona u količini od 0,1 kg a.s./ha, dok je za isti procenat oštećenja na klijancima paprike babure bilo potrebno 9,4 kg a.s./ha. Takođe, merenjem inhibicije suve mase biljaka, utvrdili su da su i 20 dana posle primene klomazona klijanci paprike u odnosu na klijance paradajza, bili 40 puta tolerantniji na prisustvo ovog herbicida, jer su izračunate  $GR_{50}$  vrednosti za papriku 5700 g a.s./ha, odnosno za paradajz 147 g a.s./ha. I Scott i saradnici (1994) su pratili uticaj različitih koncentracija klomazona na sadržaj ukupnog hlorofila i karotenoida, ali i visinu i svežu masu izdanaka, kod klijanaca paradajza i paprike. I pored toga što je klomazon u visokom procentu inhibirao stvaranje ukupnog hlorofila i karotenoida, nisu uočene značajne promene u visini i svežoj masi izdanaka ovih biljnih vrsta. Međutim, i ovi autori, određivanjem inhibicije sadržaja pigmenata, potvrdili su da su klijanci paprike bili 60 puta tolerantniji nego klijanci paradajza. Izostanak bilo kakvih simptoma oštećenja na biljkama paprike kada je klomazon primenjen inkorporacijom u količini od 360 g a.s./ha utvrdili su i Ackley i saradnici (1998), a slične rezultate dobili su Caverio i saradnici (2001) pri količinama 540 – 720 g a.s./ha konstatujući izbeljivanje biljaka, ali bez uticaja na prinos.

Sa druge strane, Nurse i saradnici (2006) ispitivali su mogućnost korišćenja klomazona u suzbijanju širokolisnih korovskih vrsta u usevu paradajza zasnovanom rasađivanjem biljaka. Klomazon je primenjen u količinama 120 – 840 g a.s./ha, na dva tipa zemljišta (peskovito sa 2,6% organske materije i ilovasto sa 4,7% organske materije), a nivo oštećenja ocenjivan je 7, 14, 28 i 42 dana posle rasađivanja paradajza. Simptomi izbeljivanja biljaka uočeni su već sedmog dana posle rasađivanja, na svim koncentracijama, a stepen intenziteta je rastao sa porastom koncentracije klomazona. Ipak, najizraženija oštećenja (26%) zabeležena su za koncentraciju 720 g a.s./ha, posle 28 dana, na zemljištu sa manje organske materije, dok je na ilovastom zemljištu procenat oštećenja bio manji od 7%. Dobijene razlike autori su objasnili pojačanom adsorpcijom i smanjenjem koncentracije klomazona u zemljišnom rastvoru u zemljištu sa većim procentom organske materije. Nasuprot ovim rezultatima, Frost i Barnes (2003) su zabeležili oštećenja od 40% na paradajzu rasađenom na zemljište tretirano sa 480 g a.s. klomazona po hektaru, ali ne navodeći osobine zemljišta na kojem je ogled postavljen.

## **2.3. IMAZAMOKS**

### **2.3.1. Opšta svojstva, ponašanje i sudbina imazamoksa u zemljištu**

Imazamoks (5-metoksimetil -2 -(4-izopropil -4-metil -5okso- 2-imidazolin -2-il) nikotinska kiselina) je selektivni herbicid iz grupe imidazolinona koji je uveden u primenu 1997. godine kao preparad Raptor (American Cyanamid Co.). Primenjuje se posle nicanja biljaka, kada su korovi u fazi intenzivnog porasta, a takođe može imati i produženo delovanje na osetljive korovske vrste koje poniknu ubrzo nakon primene. Imazamoks se brzo apsorbuje folijarno i nešto sporije korenom, te se translocira i ksilemom i floemom. Inhibira aktivnost enzima acetolaktat sintetaza (ALS), odnosno acetohidroksi-kisele sintetaze (AHAS), koji je prvi zajednički enzim u biosintezi aminokiselina valina, leucina i izoleucina (Anderson i Hibbered, 1985; Stidham, 1991; Stidham i Singh, 1991; Masson i Webster, 2001; Tranel i Wright, 2002). Enzim ALS katalizuje dve paralelne reakcije: (1) kondenzaciju dva molekula piruvata u acetolaktat i (2) jednog molekula piruvata sa jednim molekulom 2-oksibutirata u acetohidroksibutirat (Singh i sar., 1988). Acetolaktat je prekursor u sintezi valina i leucina, dok je acetohidroksibutirat prekursor u sintezi izoleucina (Eberlein i sar., 1999). Herbicidi ALS inhibitori onemogućavaju da ALS enzim katalizuje navedene reakcije sprečavajući sintezu ove tri aminokiseline u osetljivim biljkama, što zaustavlja sintezu proteina i dovodi do smanjenja translokacije produkata fotosinteze u meristeme. Kao posledica toga, dolazi do izostanka ćelijske deobe i zaustavljanja porasta biljaka, naročito korena, a utvrđeno je i da dolazi do inhibicije sinteze DNK i povećanja sadržaja slobodnih aminokiselina (Ray, 1982, 1984; Rhodes i sar., 1987). Takođe, utvrđeno je i da dolazi do porasta sadržaja neutralnih šećera u listovima, što ukazuje na to da proces fotosinteze nije zaustavljen, ali da je narušen proces translokacije floemom, tako da ne postoji redistribucija produkata fotosinteze (Shaner i Raider, 1986). Narušen proces transporta proizvoda fotosinteze ima veliki uticaj na porast korena jer je on u potpunosti zavisn od energije koju dobija od izdanka. Zbog svega toga bitno je istaći da je inhibicija rasta korena mnogo osetljiviji pokazatelj štetnog delovanja imidazolinona, nego zastoj u porastu izdanka (Shaner, 1991). Rastenje se zaustavlja nekoliko dana posle primene, a simptomi toksičnog delovanja uočavaju se posle 1-2 nedelje. Meristemska tkiva postaju hlorotična, a kasnije se ova pojava, uz nekrozu, širi i na listove (Blackshaw, 1998; Nelson i Renner, 1998; Janjić, 2005).

Imazamoks se, u našoj zemlji, koristi za suzbijanje nekih širokolisnih (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Datura stramonium*, *Sinapis arvensis*, *Solanum nigrum*, *Xanthium strumarium*) i travnih (*Setaria spp.*, *Sorghum halepense*) korova u soji, grašku, pasulju i suncokretu tolerantnom na imidazolinone. Primenjuje se u količini 35 – 45 g a.s./ha. Dobro se rastvara u vodi (116 - 628 g/l na 25°C, sa porastom pH od 5 – 9) i organskim rastvaračima (dihlormetan, metanol, aceton), slabo je isparljiv ( $1,33 \times 10^{-5}$  Pa na 25°C). Vreme polurazgradnje ( $DT_{50}$ ) u zemljištu, u laboratorijskim uslovima na 20°C u zavisnosti sadržaja organskog ugljenika (%) i pH varira od 12 – 207 dana, a u poljskim uslovima 4,5 – 41 dan (EC, 2002).

Sudbina herbicida u zemljištu, kao što je već ranije istaknuto, zavisi od mnogobrojnih faktora sredine, a pre svega fizičko-hemijskih osobina zemljišta, klimatskih uslova, ali i osobina samog herbicida. Vrsta i sadržaj gline, pH zemljišta i sadržaj organske materije u zemljištu su faktori od kojih značajno zavisi adsorpcija imidazolinona. Herbicidi iz ove grupe, a u koju spadaju, pored imazamoksa, i imazetapir, imazakvin i imazapir, su amfoterna jedinjenja sa kiselim i baznim funkcionalnim grupama (Stougaard i sar., 1990; Ayeni i sar., 1998; Regitano i sar., 2005). Imazamoks se ponaša kao slaba kiselina te prisustvo i kiselinske i bazne funkcionalne grupe u molekulu ovog jedinjenja čini da pH vrednost zemljišta ima značajan uticaj na dostupnost i pokretljivost ovog jedinjenja te se adsorpcija u zemljištu povećava sa smanjenjem pH vrednosti. Utvrđeno je da sa smanjenjem pH zemljišta u rasponu od pH 8 do 3 dolazi do povećane sorpcije jedinjenja iz grupe imidazolinona (Renner i sar., 1988; Che i sar., 1992), a do sličnih zaključaka došli su i Loux i Reese (1992) konstatujući značajno smanjenje sorpcije imazakvina kada je pH zemljišta povećan sa 4,5 na vrednost blizu 6. Proučavajući brzinu adsorpcije imazetapira pri različitim pH vrednostima peskovite ilovače, Johnson i saradnici (2000) su utvrdili da je koncentracija herbicida u zemljišnom rastvoru brzo opadala tokom prvog dana inkubacije i to pri svim vrednostima pH zemljišta, a što je ukazalo na brzu inicijalnu adsorpciju. Tokom prvog dana, koncentracija u zemljišnom rastvoru se smanjila za 77% u varijantama u kojima je pH vrednost bila 6,8, ali je značajno smanjenje bilo i za niže pH vrednosti. Međutim, ovi autori su istakli da iako je koncentracija imazetapira u zemljišnom rastvoru nastavila da opada tokom vremena, u zemljištima sa pH 4,8 i 5,5 već posle četiri do sedam dana nije bilo daljeg smanjenja, dok je u zemljištu sa pH 6,8 deset dana nakon tretmana u rastvoru i dalje bilo 22% od primenjenog imazetapira, a nakon 30 dana 10%.

Veliki broj autora je utvrdio vrlo izraženu pozitivnu korelaciju između adsorptivnosti imidazolinona i sadržaja organske materije i gline, odnosno negativnu korelaciju između pokretljivosti herbicida i sadržaja gline (Stougaard i sar., 1990; Mangels, 1991; Undabeytia i sar., 2004; Kah i Brown, 2006; Kah i sar., 2007). Tako su VanWyk i Reinhardt (2001) detektovali imazetapir na dubini do 36 cm u zemljištu sa niskim sadržajem gline i sa izrazito malim sadržajem organske materije (0,52%), iako je na osnovu većeg broja istraživanja utvrđeno da se imazetapir slabo ispira u dublje slojeve i da je u najvećem stepenu prisutan do dubine od 20 cm (Mills i Witt, 1989; Jourdan i sar., 1998; Oliveira Jr. i sar., 2001). Dalje, Loux i saradnici (1989a) su proučavajući adsorptivnost i perzistentnost imazakvina i imazetapira u zemljištima sa različitim sadržajem organske materije, utvrdili veću dostupnost ovih herbicida biljkama, u zemljištu sa manjim sadržajem organske materije, kao i kraću perzistentnost. Do sličnih zaključaka došli su i Goetz i saradnici (1990) ističući veću perzistentnost imazetapira u zemljištima sa više organske materije i gline, ali i da na to nisu imali uticaja ni količina ni način primene ovog jedinjenja. Loux i Reese (1993) su potvrdili da je perzistentnost veća u glinovitom zemljištu, ali i naglasili da na brzinu nestajanja imazetapira pH zemljišta nije imala uticaja.

Za perzistentnost imidazolinolnih herbicida, osim adsorpcije, vrlo važnu ulogu ima i desorpcija. Naime, Gan i saradnici (1994) su utvrdili da se imazetapir samo delimično i vrlo slabo desorbuje, kao i da se intenzitet tog procesa značajno smanjuje u funkciji vremena. Autori su konstatovali i da je desorpcioni histerezis manji u zemljištima sa nižim pH vrednostima, a kao posledica toga povećana je njegova biodostupnost, čime se mogu objasniti fitotoksični efekti na osetljivim biljkama i dve godine nakon primene ovog herbicida. Takođe, Bresnahan i saradnici (2002) su istakli da je uprkos prilično ujednačenim količinama ostataka imazamoksa u zemljištima sa različitim pH vrednostima, biodostupnost u mnogome zavisila od kiselosti zemljišta, a upravo kao rezultat uticaja pH vrednosti na sorpciono-desorpcione interakcije. U zemljištima sa niskim pH vrednostima imazamoks se intenzivnije adsorbovao, ali su i procesi desorpcije bili izraženiji, dok je u zemljištima u kojima je pH vrednost bila visoka utvrđeno smanjenje kako inicijalne sorpcije, tako i desorpcije ovog herbicida. Pojačana desorpcija u zemljištima sa niskim pH vrednostima čini da imazamoks bude dostupniji za usvajanje biljkama koje slede u plodoredu, translokacija je intenzivnija, a samim tim i fitotoksičnost izraženija. I u ogleđima u kojima su pratili uticaj pH zemljišta na sorpciju imazetapira, Bresnahan i saradnici

(2000) su istakli da su procesi adsorpcije sporiji, ali i da je izraženiji desorpcioni histerezis u zemljištima sa visokim pH vrednostima, kao i da je najizraženija ireverzibilnost adsorpcije bila u glinovitom zemljištu.

Postojanost imazamoksa i ostalih herbicida iz grupe imidazolinona, u mnogome zavisi i od klimatskih uslova koji doprinose njihovoj brznoj ili sporijoj razgradnji, a kao bitniji se ističu temperatura i sadržaj vlage u zemljištu (Loux i sar., 1989a; Baughman i Shaw, 1996; Ayeni i sar., 1998; Cobucci i sar., 1998; Sciumbato i sar., 2003; Pannacci i sar., 2006). U istraživanjima u kojima su pratili dinamiku degradacije imazetapira, Goetz i saradnici (1990) su potvrdili sporiju razgradnju ovog herbicida u zemljištu sa većim sadržajem organske materije i gline, ali su napomenuli da nije uočen značajniji uticaj promene temperature zemljišta. Međutim, kada je porast temperature ispraćen i povećanjem sadržaja vlage u zemljištu degradacioni procesi su se intenzivirali te je konstatovano smanjenje vremena poluživota za četiri puta. Do sličnih rezultata došao je i Vischetti (1995) ispitujući perzistentnost imazetapira tako što je poredio međusobnu zavisnost početne koncentracije (0,1; 1 i 10 ppm), poljskog vodnog kapaciteta (33% i 75% PVK) i temperature (10 i 20°C). Perzistentnost se značajno povećala sa padom temperature, te je i utvrđeno vreme poluživota za sve tri koncentracije povećano za 55%, 250%, odnosno 140%. Isti autor je ukazao i na bitnu ulogu koju ima vlažnosti zemljišta na stepen i brzinu degradacije, jer je smanjenjem PVK sa 75% na 33% vreme polurazgradnje povećano za 20%, 60% i 105%. U prilog ovim tvrdnjama idu i višegodišnja istraživanja O'Sullivan i saradnika (1998) u kojima su pratili uticaj ostataka imazetapira i imazamoksa na nekoliko povrtarskih kultura. Naime, ovi autori su istakli da su niska vrednost pH zemljišta i smanjena količina padavina u godini primene herbicida doveli do izraženije sorpcije i smanjene degradacije, a da su godinu dana kasnije velike količine kiše (172 mm više od proseka za to područje), uslovile intenzivniju desorpciju, porast koncentracije u zemljišnom rastvoru i samim tim povećano usvajanje prisutnih ostataka herbicida, a što je prouzrokovalo izraženiju fitotoksičnost ispitivanih povrtarskih biljaka. Oni su, dalje, istakli da su u drugoj godini nakon primene ovih herbicida, utvrđena daleko manja oštećenja, a što su objasnili pojačanom mikrobiološkom degradacijom u vlažnim uslovima. Da suvo i hladno vreme prouzrokuje sporiju degradaciju i izraženiju postojanost imidazolinona nalazimo i u istraživanjima Jourdan i saradnika (1998), kao i u ogledima Flint i Witt (1997) koji su utvrdili da je imazetapir bio oko dva puta duže perzistentan kada je temperatura zemljišta bila

15°C u odnosu na 30°C. I Vischetti (2002) ukazuje na značaj temperature u degradaciji ove grupe herbicida, sa obzirom na to da je utvrdio da je poluživot imazamoksa na temperaturi od 25°C i vlažnosti zemljišta od 75% PVK bio 27±2 dana, dok je pri istoj vlažnosti ali na temperaturi od 10°C vreme poluživota poraslo na 83±8 dana.

Veliki broj autora je istakao da izraženija perzistentnost nekih herbicida, u ovom slučaju imidazolinona, na nižim temperaturama zemljišta ukazuje na značajnu ulogu koju mikroorganizami imaju u razgradnji ovih jedinjenja. Stoga se može reći da je primarna degradacija imazamoksa mikrobiološka, kao i da se slabo degradira u anaerobnim uslovima (Cantwell i sar., 1989b; Flint i Witt, 1997; Pester i sar. 2001; Aichele i Penner, 2005; Pannacci i sar. 2006). Cantwell i saradnici (1989a) su ispitivali značaj biodegradacije u postojanosti imazakvina i imazetapira na sterilisanim i nesterilisanim zemljištima korišćenjem radioaktivno obeleženih jedinjenja. Utvrdili su da se i 12 nedelja posle tretmana u sterilisanim zemljištima u izvornoj formi i dalje nalazi u proseku 95% obeleženog jedinjenja, dok je sa druge strane u nesterilisanim zemljištima pronađeno 22,8 – 69,8% <sup>14</sup>C-obeleženih herbicida, a što je potvrdilo da su mikrobiološki enzimi primarni mehanizam u razgradnji imidazolinona. Autori su dalje naglasili i da su brzina i stepen degradacije u nesterilisanim zemljištima zavisili od osobina samog zemljišta i da su dosta manje količine detektovane u zemljištu sa manjim sadržajem organske materije. Takođe, napomenuli su da osim što je degradacija u negativnoj korelaciji sa adsorptivnim kapacitetom zemljišta, uslovljena je i količinom jedinjenja u zemljišnom rastvoru, a što je definisano samim osobinama zemljišta.

Flint i Witt (1997) su istakli da su njihovi rezultati slični rezultatima objavljenim u prethodnim studijama (Basham i Lavy, 1987; Cantwell i sar., 1989a) i da se imidazolinolni herbicidi brže degradiraju u nesterilisanom nego u sterilisanom zemljištu. Naime, ovi autori su prateći perzistentnost imazetapira pomoću HPLC metode izračunali da su vrednosti DT<sub>50</sub> u nesterilisanom zemljištu bile 33 dana, a u sterilisanom čak 912 dana. Vrlo slične rezultate dobili su i metodom biotesta u kojoj su kao parametar osetljivosti merili dužinu korena kukuruza, te je DT<sub>50</sub> u nesterilisanom zemljištu iznosio 30, a u sterilisanom 819 dana. Ovi podaci potvrdili su i pouzdanost biotest metode. Takođe, u prilog ranijim istraživanjima idu i rezultati Aichele i Penner (2005) koji su pokazali da su u zemljištima sa nižim pH vrednostima, zbog veće adsorpcije, imidazolinoni manje dostupni mikrobiološkim degradacionim procesima, a što

rezultira izraženijom perzistentnošću ispitivanih herbicida. Činjenica da se proces degradacije ubrzava sa povećanjem sadržaja vlage u zemljištu, bila je osnov za pretpostavku da i količina padavina i navodnjavanje, u periodu aplikacije herbicida, mogu uticati na intenziviranje ovog procesa, što su potvrdili Cobucci i saradnici (1998), Greenland (2003) kao i Ball i saradnici (2003). U kišnim godinama, zemljišna vlaga intenzivirala je mikrobiološke procese, adsorpcija je bila slaba, a procesi degradacije brži.

Ispitujući efekat vremena primene herbicida (PPI i PRE-EM), kao i načina obrade zemljišta (konvencionalna i redukovana), Curran i saradnici (1992) su utvrdili da način obrade ne utiče na dužinu perzistentnosti herbicida iz grupe imidazolinona, dok je vreme primene imalo uticaja na dužinu polurazlaganja ovih jedinjenja. Naime, tokom dve godine istraživanja, ovi autori su pratili uticaj primene imazetapira ranije pre setve uz inkorporaciju i neposredno posle setve, kao i uz konvencionalni i redukovani način obrade zemljišta, na perzistentnost i rezidualno delovanje ovog herbicida. U prvoj godini istraživanja nisu uočili razliku u pogledu dužine perzistentnosti bez obzira na način primene i obrade zemljišta, kako metodom biotesta, tako i hromatografskim metodama. Međutim, u drugoj godini istraživanja vreme poluživota kod PRE-EM primene je bilo statistički značajno kraće ( $DT_{50}$  49 dana) nego prilikom primene istog herbicida pre setve uz inkorporaciju kada je  $DT_{50}$  iznosila 63 dana. Dobijene rezultate autori su objasnili fotorazgradnjom imazetapira primenjenog po površini zemljišta, a što je bila posledica izostanka padavina koje bi dovele do pomeranja herbicida u zemljišni matriks, te su dalje zaključili da način primene može uticati na postojanost herbicida ali i da je taj uticaj uslovljen klimatskim faktorima. I Kee i Rider (1988) potvrdili su dužu perzistentnost imazetapira koji je primenjen PPI u odnosu na PRE-EM, te su i konstatovana oštećenja na kukuruzu šećercu i krastavcu bila veća u varijantama u kojima je ovaj herbicid primenjen uz inkorporaciju. Do sličnih zaključaka došli su i Ramezani i saradnici (2008) proučavajući abiotičku degradaciju imidazolinolnih herbicida imazapira, imazetapira i imazakvina u kontrolisanim uslovima. Utvrdili su da nije bilo hidrolize ni za jedan herbicid u pufernim rastvorima elektrohemijske reakcije od pH 3 do 7. Vreme poluživota za sva tri herbicida, u rastvoru u mraku bilo je između 6,5 i 9,6 meseci, dok je degradacija na svetlu bila znatno brža, od 1,8 do 9,8 dana. Autori su dalje istakli da je do abiotičke degradacije ovih herbicida na površini zemljišta došlo tek u prisustvu svetlosti, ali i da je bila sporija nego u rastvoru, od 15,3 do 30,9 dana. Fotodegradacija bi, dakle, mogla da

ima važnu ulogu u degradaciji ovih herbicida, ali je velika verovatnoća da će oni prodreti u dublje profile zemljišta gde neće biti izloženi svetlosti, te da je zbog toga biotička degradacija značajnija pri razmatranju perzistentnosti imidazolinona.

### **2.3.2. Fitotoksičnost imizamoksa za gajene biljne vrste**

Herbicidi ALS inhibitori, kojima pripada i hemijska grupa imidazolinona, su oko hiljadu puta toksičniji za osetljive vrste od bilo kog drugog herbicida koji je bio u upotrebi pre njihovog otkrića (Fletcher i sar., 1993). Njihovo delovanje na osetljive biljke ispoljava se kroz zaustavljanje rasta koje je praćeno jednim ili više vizuelnih simptoma, kao što su: hloroza, nekroza, intenzivnije zeleno obojeni listovi ali sa usporenim porastom, deformiteti i opadanje listova, skraćivanje internodija, kržljivost, deformisanost i laka lomljivost izdanaka, kao i ograničen porast korena i sporo propadanje biljaka. Takođe, osim reakcija u vidu različitih vizuelnih simptoma, zaustavljanja porasta ili uginuća biljaka, reakcije osetljivih vrsta prema ovim herbicidima mogu se manifestovati i u vidu izmena u anatomske građi, kao i fiziološkim i biohemijskim procesima (Manley i sar., 1996; Eberlein i sar., 1999; Gaston i sar., 2002; Janjić, 2005).

Sa obzirom na to da herbicidi iz grupe imidazolinona imaju osobinu da duže vremena perzistiraju u sredini u kojoj se nađu, u literaturi se može naći veliki broj istraživanja o njihovom uticaju na naredne, osetljive biljke u plodoredu. U ogledima u kojima je imazetapir primenjen u količinama od 70 – 200 g a.s./ha, Moyer i Esau (1996) istakli su rizik od gubitaka u prinosu lana, kukuruza, slačice, suncokreta i pšenice zasejanih godinu dana nakon aplikacije ovog herbicida, dok je uljana repica ispoljila osetljivost i posle dve godine. Kao još osetljivije vrste naveli su krompir i šećernu repu, sa obzirom na to da su oštećenja uočena i kada su ove dve biljne vrste sejane tri godine posle primene imazetapira. I istraživanja Renner i Powell (1991) ukazala su na veliku osetljivost šećerne repe na ostatke imazakvina i imazetapira. Ovi autori su utvrdili da je primena imazetapira od 90 g a.s./ha pre setve uz inkorporaciju, izazvala značajna oštećenja (88%) na biljkama šećerne repe koje su zasejane godinu dana posle aplikacije, i čak 54% oštećenja dve godine kasnije. Oni su, dalje, istakli i značajno smanjenje prinosa od 85% u prvoj, odnosno 25% u drugoj godini istraživanja, te predlažu da se šećerna repa seje tek posle 25 meseci od trenutka primene ovih herbicida. Osetljivost šećerne repe na imazetapir potvrdili su i Hart i saradnici



(1991), Alister i Kogan (2005), kao i Jovanović-Radovanov (2011), dok su Colquhoun i saradnici (2003) preporučili setvu šećerne repe, na parcelama na kojima je primenjivan imazamoks, tek 26 meseci nakon aplikacije ovog jedinjenja. Takođe, Bresnahan i saradnici (2002) navode da su čak i ostaci imazamoksa manji od granice detekcije analitičkim metodama ( $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) bili dovoljni da izazovu smanjenje prinosa i oštećenja na biljkama šećerne repe na zemljištima na kojima je pH vrednost bila u rasponu 5,7 – 7,7. Izraženu osetljivost šećerne repe na ostatke imazamoksa nalazimo i u istraživanjima Pannacci i saradnika (2006), kao i Süzer i Büyük (2010).

Sa druge strane, dosadašnja istraživanja u kojima je praćen uticaj ostataka imidazolinona na kukuruz kao narednu biljku u plodoredu, obiluju velikim brojem oprečnih rezultata. Tako su Gunsolus i saradnici (1986) na jednom lokalitetu konstatovali značajna oštećenja kukuruza, kada je imazetapir primenjen u količinama od 140 i 280 g a.s./ha, dok na drugom lokalitetu nije bilo problema u razvoju biljaka. Dobijene razlike objasnili su sušnim letom i izostankom jesenje obrade, kao i osobinama zemljišta na datim lokalitetima. Slične rezultate dobili su Ayeni i Yakubu (1995) utvrdivši zanemarljiva oštećenja kukuruza na zemljištu sa većim sadržajem organske materije i gline, dok su biljke koje su uzgajane na peskovitom zemljištu ispoljile daleko veću osetljivost, te je porast inhibiran već pri količini od 75 g a.s./ha imazetapira, dok je količina od 250 g a.s./ha izazvala potpuno propadanje biljaka. Huang i saradnici (2009) su konstatovali smanjenje dužine lista kukuruza za 62,93%, kao i inhibiciju dužine korena od 61,21% u odnosu na kontrolne biljke, pod uticajem  $40 \mu\text{g}$  a.s. imazetapira/kg zemljišta. Međutim, u literaturi se može naći i značajan broj istraživanja u kojima nije konstatovan uticaj ostataka imazetapira na porast i prinos biljaka kukuruza (Krausz i sar., 1992, 1994; Curran i sar., 1991; Renner i sar., 1988, 1998). Takođe, iako su Pannacci i saradnici (2006), kao i Süzer i Büyük (2010) ukazali da ostaci imazamoksa nemaju uticaja na porast kukuruza, u istraživanjima Cobucci i saradnika (1998) nalazimo da je nakon primene imazamoksa u količini od 40 g a.s./ha, potrebno sačekati sa setvom kukuruza 68 do 111 dana da bi se izbegla moguća oštećenja ove biljne vrste.

I rezultati dobijeni u ispitivanjima osetljivosti pšenice na ostatke herbicida iz grupe imidazolinolna u zemljištu su prilično različiti. Sa jedne strane nalazimo saopštenja u kojima se ističe da različite količine ovih herbicida nisu izazvale vidljiva oštećenja i nisu imale uticaja na porast, biomasu i prinos pšenice (Renner i Powell, 1992; Krausz i sar., 1992; Hanson i Thill, 2001; Pannacci i sar., 2006; Süzer i Büyük, 2010), dok sa druge strane stoje istraživanja u kojima

se navode značajna oštećenja na pšenici zasejanoj godinu dana nakon split primene imazetapira u količini od 280 g a.s./ha (Tickes i Umeda, 1991), kao i smanjenje rasta biljaka (2 – 40%) i prinosa pri količinama imazetapira od 50 i 310 g a.s./ha (Krausz i sar., 1994). Takođe, Deeds i saradnici (2006) u eksperimentu u kojem su simulirali zanošenje imazamoksa na pšenicu u fazi vlatanja i cvetanja ističu značajna oštećenja ove biljne vrste. Naime, ovi autori su utvrdili da su tri, odnosno deset puta manje količine od preporučene količine primene imazamoksa (35 g a.s./ha), četiri nedelje nakon primene bile dovoljne da izazovu intenzivnu hlorozu i smanjenje porasta pšenice, pa čak i potpuno propadanje biljaka, bez obzira na fazu porasta.

U literaturi se nalazi i značajan broj radova u kojima je ispitivana mogućnost setve uljane repice u plodosmeni sa sojom u kojoj su primenjivani herbicidi iz grupe imidazolinona. Tako je Onofri (1996) utvrdio da osim šećerne i stočne repe i uljana repica pripada grupi izrazito osetljivih biljaka na imazetapir, a što su potvrdili i Hollaway i Noy (2001) konstatujući potpuno propadanje biljaka koje su gajene godinu dana nakon primene ovog herbicidnog jedinjenja. Colquhoun i saradnici (2003) su preporučili setvu uljane repice na parcelama na kojima je primenjivan imazamoks tek nakon 26 meseci, a u prilog ovoj tvrdnji idu i rezultati istraživanja u kojima su potvrđena velika oštećenja nastala usled prisustva različitih količina imazamoksa (Bresnahan i sar., 2002; Ball i sar., 2003; Pannacci i sar., 2006; Süzer i Büyük, 2010). Takođe, Franzaring i saradnici (2012) su ukazali na značajno smanjenje (28-97%) porasta svih dvanaest ispitivanih sorata uljane repice u ogleđima u kojima je imazamoks primenjen u količini od 40 g a.s./ha.

Ispitujući osetljivost kupusa, krompira, paradajza, kukuruza šećerca i krastavca na ostatke imazetapira i imazamoksa, O'Sullivan i saradnici (1998) su utvrdili da je stepen oštećenja u mnogome zavisio od vlažnosti i pH vrednosti zemljišta. Autori su, takođe, istakli da su veća oštećenja zabeležena u varijantama u kojima je primenjivan imazetapir, i to da se kao najosetljiviji pokazao kupus, jer su utvrđeni nivoi oštećenja, za ovaj herbicid, bili od 63 – 72%, dok je prinos smanjen i do 80%. Značajna oštećenja zabeležena su i na paradajzu i krastavcu. Ostaci imazamoksa izazvali su hlorozu listova i zaostajanje u porastu na biljkama kupusa, paradajza i krompira, ali ispoljeni vizuelni simptomi nisu bili veći od 10% i nisu imali uticaja na prinos. Do sličnih rezultata došao je i Greenland (2003) konstatujući da imazamoks, koji je primenjen u soji u preporučenoj (35 g a.s./ha) ali i dva, odnosno četiri puta većoj količini, nije

imao uticaja na porast kupusa, mrkve, krompira, luka, muskatne tikve i paradajza. Ipak, autor je naglasio da su navodnjavanje, visoke letnje temperature, nizak nivo gline i srednje nizak nivo organske materije, kao i blago alkalno zemljište pogodovali bržoj degradaciji herbicida u godini primene.

U oglecima u kojima su dvanaest meseci po aplikaciji imazetapira u količinama od 140 i 280 g a.s./ha sejali zelenu salatu, karfiol i brokoli, Tickes i Umeda (1991) su utvrdili da se na ovim vrstama javljaju umerena do jaka oštećenja. Takođe, Pannacci i saradnici (2006) su u istraživanjima u kojima su koristili imazamoks potvrdili osetljivost salate i karfiola na herbicide iz grupe imidazolinona, ali i istakli značajna oštećenja na spanaću i komoraču. Miller (2003) je konstatovao oštećenja i smanjenje površine lista jagode od 23% koja je gajena nakon graška u kojem je imazamoks primenjen u količini od 45 g a.s./ha. Colquhoun i saradnici (2003) su preporučili da nakon primene imazamoksa treba napraviti pauzu od 18 meseci da bi se na tim površinama sejali brokoli, kupus, krastavac, paprika, krompir i paradajz, dok je za salatu, luk i bundevu dovoljan period od devet meseci.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. HERBICIDI, BILJNI MATERIJAL, ZEMLJIŠTE

Za izvođenje oglada korišćeni su tehnički koncentri herbicida klomazon (Galenika Fitofarmacija), čistoće 95%, koji je dobijen od firme i herbicida imazamoks (BASF Srbija), čistoće 95%. Korišćena su semena povrtnarskih vrsta: paradajz (hibrid Mondial F1), paprika (hibrid Editta F1) i krastavac (hibrid Jazzer F1) firme Enza Zaden iz Holandije.

Sva ispitivanja urađena su na dva tipa zemljišta. Zemljište uzeto sa lokaliteta Zemun Polje je po mehaničkom sastavu ilovača, srednje karbonatna, slabo alkalna i dosta humozna, bogata ukupnim azotom, i dobro obezbeđena pristupačnim fosforom i kalijumom. Fizičke i hemijske karakteristike ovog tipa zemljišta prikazane su u tabeli 1.

**Tabela 1.** Fizičke i hemijske karakteristike ilovače

Hemijske osobine							
CaCO <sub>3</sub>	pH	C	Humus	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
%	H <sub>2</sub> O	KCl	%	%	%	mg/100g	mg/100g
5,60	7,64	7,17	2,30	3,96	0,25	46,00	65,00
Tekstura zemljišta (%)							
Pesak			Prah		Glina		
Krupni (mm)	Sitni (mm)	Ukupni (mm)		0,02-0.002 mm	<0,002 mm		
2-0,2	0,2-0,02	2-0,02					
1,53	48,27	49,80		33,40	16,80		

Drugo zemljište je po teksturnoj klasi peskuša, srednje karbonatna, srednje alkalna i veoma slabo humozna, umereno obezbeđena ukupnim azotom, a dobro obezbeđena pristupačnim fosforom i kalijumom. Ovo zemljište je uzeto sa lokaliteta Tavankut, a njegove fizičke i hemijske karakteristike prikazane su u tabeli 2. Zemljišta su uzeta sa dubine od 0 do 10 cm, sa površina na kojima nikada nisu primenjivani herbicidi, očišćena su od ostataka nadzemnih i podzemnih delova biljaka, osušena do vazdušno suvog stanja i prosejana kroz sita prečnika 5 i 3 mm.

**Tabela 2.** Fizičke i hemijske karakteristike peskuše

Hemijske osobine							
CaCO <sub>3</sub>	pH		C	Humus	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
%	H <sub>2</sub> O	KCl	%	%	%	mg/100g	mg/100g
5,77	8,04	7,63	0,53	0,91	0,06	24,50	22,00
Tekstura zemljišta (%)							
Pesak			Ukupni (mm)		Prah	Glina	
Krupni (mm)	Sitni (mm)		2-0,02		0,02-0.002 mm	<0,002 mm	
2-0,2	0,2-0,02		2-0,02		0,02-0.002 mm	<0,002 mm	
20,59	70,85		91,44		1,32	7,24	

Maksimalni poljski vodni kapacitet (PVK) na 0,033 MPa određen je metodom Richards-a (1965) pomoću „pressure plate“ ekstraktora. Na osnovu dobijenih vrednosti za oba zemljišta preračunata je potrebna količina vode koja je dodavana u saksije za održavanje 20, 50 i 70% PVK.

## 3.2. OSETLJIVOST BILJAKA NA KLOMAZON

### 3.2.1. Kratkotrajan biotest

Za izvođenje biotesta određena je serija koncentracija, pri čemu najveća koncentracija odgovara preporučenoj količini primene u polju od 0,75 l/ha preparata koji sadrži 480 g aktivne supstance (a.s.)/l. Za svaku od koncentracija odmeren je uzorak prosejanog zemljišta (250 g), koje je raspoređeno u tankom sloju u plastičnoj kadici 23 cm x 18 cm. Od prethodno pripremljenog rastvora svake koncentracije pipetom je odmereno po 3 ml i preneto u prskalicu za tankoslojnu hromatografiju koja je priključena na kompresor. Zemljište je tretirano ravnomerno po celoj površini, pod konstantnim pritiskom od 3 bara. Na ovaj način dobijena je serija uzoraka zemljišta sa rastućim koncentracijama klomazona: 0,047, 0,094, 0,19, 0,38, 0,75, 1,5, 3 i 6 mg a.s./kg zemljišta. Odmah nakon aplikacije herbicida, zemljište je promešano ručno i prebačeno u saksije zapremine 300 ml, zatim je zasejano semenima određene biljne vrste i zaliveno vodom do odgovarajuće vrednosti poljskog vodnog kapaciteta (20, 50 ili 70 % PVK). Paralelno sa opisanim tretmanima pripremane su i gajene kontrolne varijante sa netretiranim zemljištem za svaku od ispitivanih biljnih vrsta. Svaka varijanta urađena je u četiri ponavljanja, a ceo ogled, ponavljen je dva puta.

Biljke su se razvijale 21 dan u komori u kontrolisanim uslovima dužine trajanja dana i noći (14<sup>h</sup>/10<sup>h</sup>), temperature (26°C dnevna, i 21°C noćna) i intenziteta svetlosti (300 μE/m<sup>2</sup>s) a tokom trajanja ogleda, svakodnevnim zalivanjem je održavana odgovarajuća vlažnost zemljišta.

Nakon uzimanja lisnih isečaka u ukupnoj masi od 0,1 g potrebnih za metodu određivanja sadržaja pigmenata, kao pokazatelji fitotoksičnosti mereni su odgovarajući vegetativni parametri: sveža masa izdanka, a nakon pet dana sušenja u sušnici na temperaturi od 50°C i suva masa izdanka.

### 3.2.2. Određivanje sadržaja hlorofila *a* i *b* i karotenoida

Sadržaj pigmenata je određen metodom ekstrakcije u dimetil-formamidu (DMF) (Moran i Porath, 1980). Sa intaktnih listova biljaka uzimani su isečci prečnika 5 mm do ukupne mase od 0,1 g i preneti u epruvete sa po 3 ml DMF-a. Ekstrakcija je obavljena u mraku na temperaturi od 4°C u toku 24 časa. Nakon ovog perioda vršeno je očitavanje apsorpcije ekstrakta na spektrofotometru (LKB Biochrom Novaspec II 4040, Austrija) na talasnim dužinama od 480 nm za karotenoide, 664 nm za hlorofil *a* i 647 nm za hlorofil *b*. Za izračunavanje koncentracije pigmenata (μg/ml) korišćena je formula po Wellburn-u (1994):

$$\text{Hlorofil } a: c_a = 11,65A_{664} - 2,69A_{647}$$

$$\text{Hlorofil } b: c_b = 20,81A_{647} - 4,45A_{664}$$

$$\text{Karotenoidi: } c_k = (1000A_{480} - 0,89c_a - 52,02c_b)/245$$

Preračunavanje sadržaja pigmenata u mg/g sveže lisne mase urađeno je pomoću formule:

$$C = c \cdot V \cdot R / m \cdot 1000$$

gde je:

C – sadržaj pigmenta (mg/g)

c – koncentracija pigmenta (μg/ml)

V – ukupna zapremina ekstrakta (ml)

R – faktor razblaženja

m – masa svežeg biljnog materijala (g)

1000 – faktor za prevođenje μg u mg

### **3.2.3. Praćenje dinamike degradacije klomazona biotest metodom**

Postojanost klomazona u oba tipa zemljišta ispitivana je metodom biotesta, a kao test biljka korišćen je paradajz koji je pokazao najveći stepen osetljivosti u prethodno izvedenom kratkotrajnom biotestu. Zadržavanje fitotoksične aktivnosti u zemljištu ispitivano je nakon 0, 10, 20, 30, 40, 50 i 70 dana od primene klomazona. Po isteku potencijalno perzistentnog perioda u tretirano zemljište usejavana su semena paradajza. Ceo postupak postavljanja ogleda (tretiranje zemljišta, održavanje vlažnosti zemljišta, merenje vegetativnih parametara i uzorkovanje biljnog materijala za određivanje sadržaja pigmenta) u svemu je isti kao što je napred opisano (3.2.1).

### **3.2.4. Praćenje dinamike degradacije klomazona analitičkom metodom**

Paralelno sa postavljanjem biotest ogleda za praćenje degradacije ostataka klomazona u oba tipa zemljišta uzimani su uzorci zemljišta za određivanje ostataka gasno-masenom spektrometrijom (GC-MS) po optimizovanoj metodi mikroekstrakcije u čvrstoj fazi (SPME) (Đurović i sar., 2010). Uzorci zemljišta (15 g) su homogenizovani u polipropilenskim centrifugalnim kivetama u dva ekstrakciona ciklusa sa po 20 ml odnosno 15 ml smeše metanol:aceton=1:1 (30 minuta, na rotacionoj mešalici), uz dodatak 2 g anhidrovanog Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sušen 24h na 130°C). Nakon centrifugiranja (15 minuta, 4000 obrtaja/min., UZ4 Iskra, Slovenija) i filtriranja ekstrakta, filtrat je uparavan na rotacionom vakuum uparivaču (Devarot, Elekromedicina, Slovenija) na 35°C, do suvog ostatka. Suvi ostatak dobijen nakon ekstrakcije i uparavanja rastvoren je u 2,5 ml smeše etil acetat:aceton=4:1, od čega je 2 ml dobijenog rastvora propušteno kroz hromatohrafsku kolonu napunjenu sa 1 g anhidrovanog Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i 5 g florisila, pri čemu je sorbentprenet u kolonu sa 25 ml smeše etil acetat:aceton=4:1. Za ove svrhe korišćen je florisil granulacije od 60-100 meša, prethodno aktiviran žarenjem 4 h na 600°C i dodatnim sušenjem 8 h na 130°C. Eluiranje klomazona sa punjenja kolone vršeno je sa 25 ml smeše etil acetat:aceton=4:1. Nakon uparavanja dobijenog eluata do suvog ostatka (na vakuum uparivaču na 35°C), i njegovog rastvaranja u 2 ml acetona, 1 µl dobijenog rastvora injektiran je u gasno-maseni spektrometar.

### **3.3. OSETLJIVOST BILJAKA NA IMAZAMOKS**

#### **3.3.1. Kratkotrajan biotest**

Za izvođenje ogleđa pripravljena je serija rastućih koncentracija sa određenim sadržajem imazamoksa i to: 6,25, 12,5, 25, 50, 100, 200, 400 i 800 µg a.s./kg zemljišta. Najveća primenjena koncentracija odgovara preporučenoj količini primene u polju od 1,2 l/ha preparata koji sadrži 40 g a.s./l. Ogleđ je postavljen na način koji je opisan u poglavlju 3.2.1.

Nakon 21 dan mereni su vegetativni parametri: dužina i sveža masa korena, kao i sveža masa izdanka. Istovremeno, uzorci biljnog materijala odlagani su u zamrzivač za određivanje sadržaja rastvorljivih proteina

#### **3.3.2. Određivanje sadržaja rastvorljivih proteina**

Određivanje sadržaja rastvorljivih proteina je urađeno metodom po Bradfordu (1976) koja je zasnovana na interakciji boje Coomasie brilliant blue G-250 i proteina. Sadržaj rastvorljivih proteina određivan je u biljnom materijalu (izdanak) sve tri biljne vrste gajene u biotest ogleđu sa različitim koncentracijama imazamoksa u oba tipa zemljišta. Uzorci biljaka čuvani su na temperaturi od -20°C. Zaleđeni biljni materijal je maceriran u avanu i po 0,1 g uzoraka paradajza i paprike, odnosno 0,2 g uzoraka krastavca preneto je u epruvete sa po 1 odnosno 1,5 ml destilovane vode. Nakon ekstrakcije proteina u trajanju od jednog sata na horizontalnoj tresilici (Ika Werke HS501D, Nemačka), uzorci su centrifugirani 5 minuta na 13500 obrtaja/min. (centrifuga Sorval Superspeed RC2-B, SAD). Po 100 µl alikvota (bistrog rastvora) preneto je u epruvete u koje je dodato po 5 ml rastvora boje Coomasie brilliant blue G-250. Sadržaj u epruvetama je promešan na vortex mešalici (Heidolph, Nemačka) i ostavljen na sobnoj temperaturi 25 minuta. Nakon razvijanja boje, absorbanca reakcionih smeša merena je na talasnoj dužini od 595 nm (spektrofotometar LKB Biochrom Novaspec II 4040, Austrija) u odnosu na blank koji se priprema istovremeno pri čemu se umesto bistrog rastvora uzima 100 µl čistog rastvarača (destilovana voda).

Za konstrukciju standardne krive korišćeno je osam odnosno 10 rastvora različitih koncentracija alumina iz goveđeg seruma (BSA). Za određivanje sadržaja proteina u biljkama paradajza i paprike koncentracije rastvora BSA bile su: 0, 25, 50, 100, 150, 200, 250 i 300



$\mu\text{g/ml}$ , dok su za biljke krastavca koncentracije rastvora bile: 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800 i 900  $\mu\text{g/ml}$ . Rastvori BSA pripremani su iz osnovnog rastvora BSA koncentracije 1  $\mu\text{g/ml}$  razblaživanjem sa fosfatnim puferom (50 ml 0,1M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  + 37,1 ml 0,1 M  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) do zapremine od 100  $\mu\text{l}$ . U sve probe dodavano je po 5 ml rastvora boje Coomasie brilliant blue G-250. Nakon razvijanja boje, na 595 nm je merena absorbanca i na osnovu očitanih vrednosti napravljene su standardne krive pomoću kojih su izračunate koncentracije proteina u  $\mu\text{g/ml}$ . Dobijene jednačine standardnih kriva su:

$$y = 0,000543492x - 0,00403 \quad R^2 = 0,99 \quad (\text{za paradajz i papriku}) \quad (1)$$

$$y = 0,02009 + 0,000447939x \quad R^2 = 0,99 \quad (\text{za krastavac}) \quad (2)$$

gde su:

y – absorbanca rastvora,

x -  $\mu\text{g/ml}$  proteina

Vrednosti dobijenih koncentracija rastvorljivih proteina preračunate su i izražene u mg/g sveže lisne mase.

### 3.3.3. Praćenje dinamike degradacije imazamoksa biotest metodom

Praćenje degradacije imazamoksa u oba tipa zemljišta urađena je metodom biotesta, a kao test biljka korišćen je krastavac koji je pokazao najveći stepen osetljivosti u prethodno izvedenom kratkotrajnom biotestu (3.3.1). Zadržavanje fitotoksične aktivnosti u zemljištu ispitivano je nakon 0, 10, 20, 30, 40, 50 i 70 dana od primene klomazona. Po isteku potencijalno perzistentnog perioda u tretirano zemljište usejavana su semena krastavca, a nakon 21 dana porasta mereni su vegetativni parametri (dužina i sveža masa korena i sveža masa izdanka), a uzorci biljnog materijala odlagani su u zamrzivač za određivanje sadržaja rastvorljivih proteina po gore opisanoj metodi (3.3.2).

### 3.4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Dobijeni podaci su statistički obrađeni u softverskom paketu STATISTIKA<sup>®</sup> 8.0 (StatSoft, Inc. (2007) STATISTIKA, data analysis software system, www.statsoft.com). Za poređenje srednjih vrednosti svih merenih parametara korišćena je trofaktorijska analiza

varijanse. U varijantama kada su F vrednosti bile statistički značajne ( $p < 0,05$ ) poređenje tretmana i ocena za svaki mereni parametar urađeno je pomoću Tukey HSD testa.

Efektivne koncentracije 10, 30 i 50% ( $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  i  $EC_{50}$ ) su izračunate pomoću softverskog paketa BIOASSAY97 (Onofri, 2005), pri čemu je za nelinearnu regresionu analizu dobijenih podataka korišćen model log-logistic funkcije (Streibig i sar., 1993; Seefeldt i sar., 1995):

$$Y = C + \{(D-C)/[1+\exp(b(\log(X)/\log(E)))]\} \quad (3)$$

gde su:

Y – mereni parametar

C - prosečan odgovor na najveću koncentraciju primene herbicida

D – prosečan odgovor biljke kada se koncentracija primene herbicida približava nuli

b – nagib najbolje prilagođene krive linije

E – koncentracija primene herbicida koja izaziva efekat između c i d,

X – koncentracija primene herbicida.

## 4. REZULTATI

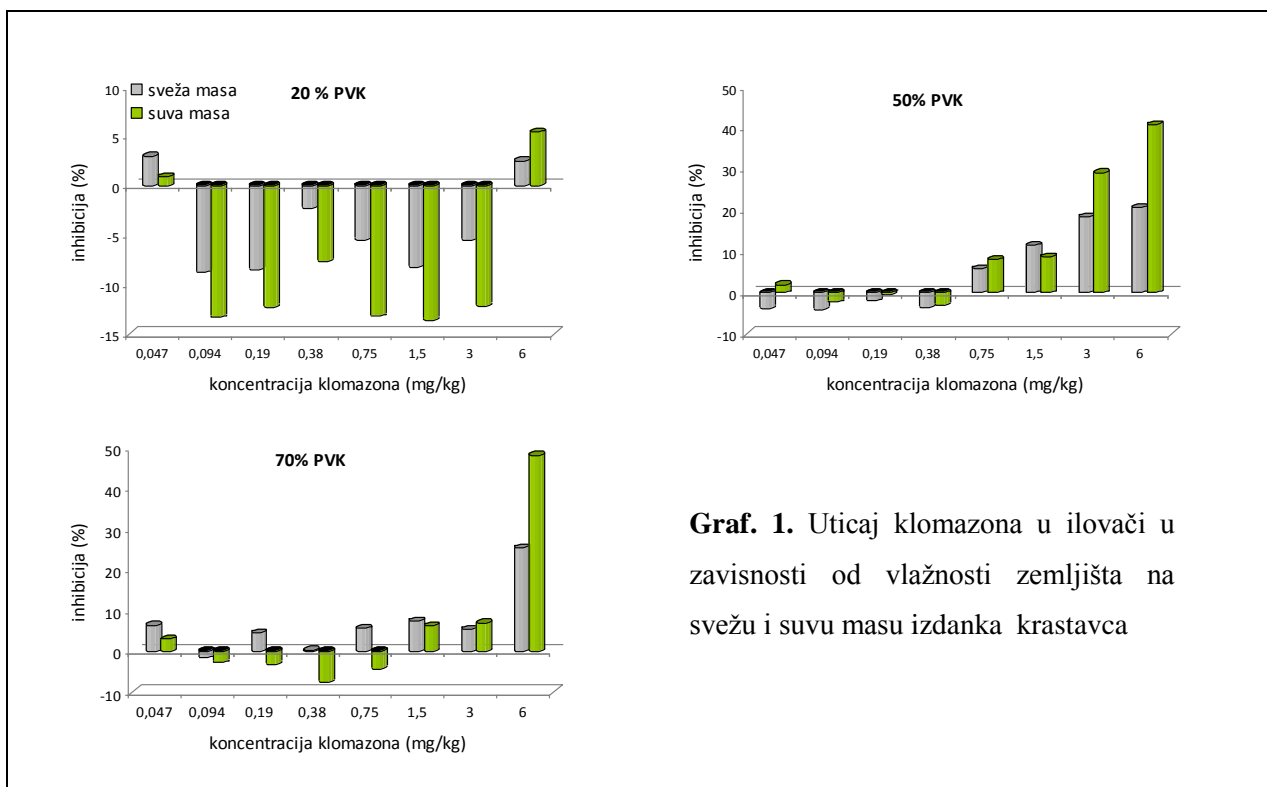
### 4.1. OSETLJIVOST BILJAKA NA KLOMAZON

#### 4.1.1. Kratkotrajni biotest

##### 4.1.1.1. Uticaj klomazona na vegetativne i fiziološke parametre krastavca

Klomazon primenjen u različitim koncentracijama (0,047 – 6 mg a.s./kg zemljišta) na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta nije doveo do ujednačene inhibicije vegetativnih parametara, sveže i suve mase izdanka krastavca.

Kod biljaka koje su gajene na ilovači (Grafikon 1), pri vlažnosti zemljišta 20% PVK, nije utvrđeno inhibitorno delovanje za koncentracije od 0,094 – 3 mg a.s./kg. Za koncentracije 0,047 i 6 mg a.s./kg redukcija sveže mase izdanka bila je neznatna (2,51 - 3,01%), a suve mase nešto viša (0,95 – 5,43%).

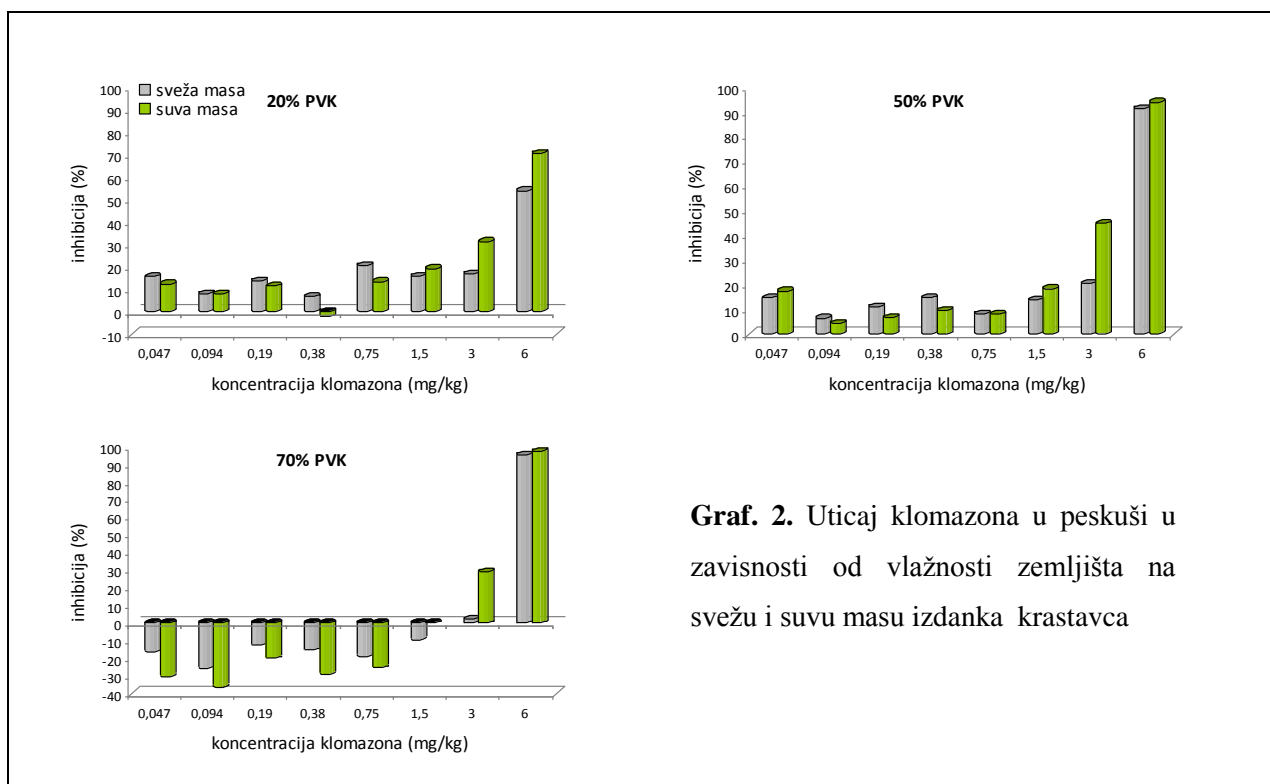


**Graf. 1.** Uticaj klomazona u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu i suhu masu izdanka krastavca

U istom zemljištu kada je vlažnost bila 50% PVK, inhibicija porasta biljaka izražena preko redukcije vegetativnih parametara (5,87 – 40,92%) zabeležena je za koncentracije  $\geq 0,75$  mg a.s./kg. Kada su biljke gajene u zemljištu sa visokim stepenom vlažnosti (70% PVK)

neznatno smanjenje sveže mase (0,30 – 7,45%) ostvareno je na svim koncentracijama osim najviše gde je bilo nešto izraženije (25,37%), dok je za redukciju suve mase bilo potrebno 1,5 mg a.s./kg klomazona. Nešto značajnije smanjenje suve mase (48,11%) zabeleženo je na najvećoj koncentraciji klomazona.

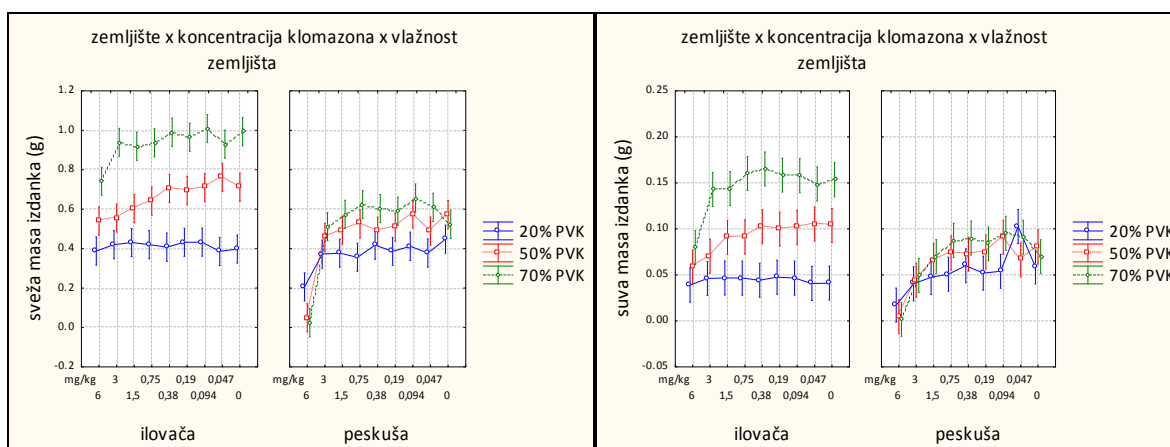
Kod biljaka krastavca koje su gajene u peskuši u uslovima kada je vlažnost zemljišta bila 20, odnosno 50% PVK ostvarena je redukcija sveže i suve mase izdanka na svim koncentracijama klomazona. Značajnije smanjenje oba parametra utvrđeno je na najvišoj koncentraciji (6 mg a.s./kg), te je smanjenje sveže mase bilo 54,02%, a suve 70,72% kada je vlažnost zemljišta bila 20% PVK. U zemljištu sa 50% PVK smanjenje sveže mase izdanka u odnosu na kontrolne biljke bilo je 91,45%, odnosno 94,11% za suhu masu (Grafikon 2).



**Graf. 2.** Uticaj klomazona u peskuši u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu i suhu masu izdanka krastavca

U istom tipu zemljišta, kada je vlažnost održavana na 70% PVK, sveža i suva masa izdanka krastavca je za većinu varijanti (0,047 – 1,5 mg a.s./kg) bila veća nego u kontroli. Sa druge strane, najviša koncentracija (6 mg a.s./kg) izazvala je značajnu inhibiciju porasta biljaka, te je zabeleženo smanjenje sveže mase od 95,41%, odnosno 97,62% suve mase izdanka (Grafikon 2).

Utjecaji različitih faktora (tip zemljišta, koncentracija klomazona i vlažnost zemljišta) u ovom biotestu na vegetativne parametre, svežu i suhu masu izdanka krastavca, prikazani su na grafikonu 3. Trofaktorijalnom analizom varijanse utvrđeno je da na svežu i suhu masu izdanka (Tabela 3, Tabele P1 i P2\* u prilogu) značajno utiču ( $p < 0,05$ ) tip zemljišta, koncentracija klomazona, vlažnost zemljišta, kao i njihove interakcije: zemljište i klomazon, zemljište i vlažnost zemljišta, klomazon i vlažnost zemljišta, dok interakcija sva tri faktora (zemljište, klomazon i vlažnost zemljišta) nije imala značajnijeg uticaja na vegetativne parametre.



**Graf. 3.** Uticaj različitih faktora na svežu (levo) i suhu (desno) masu izdanka krastavca

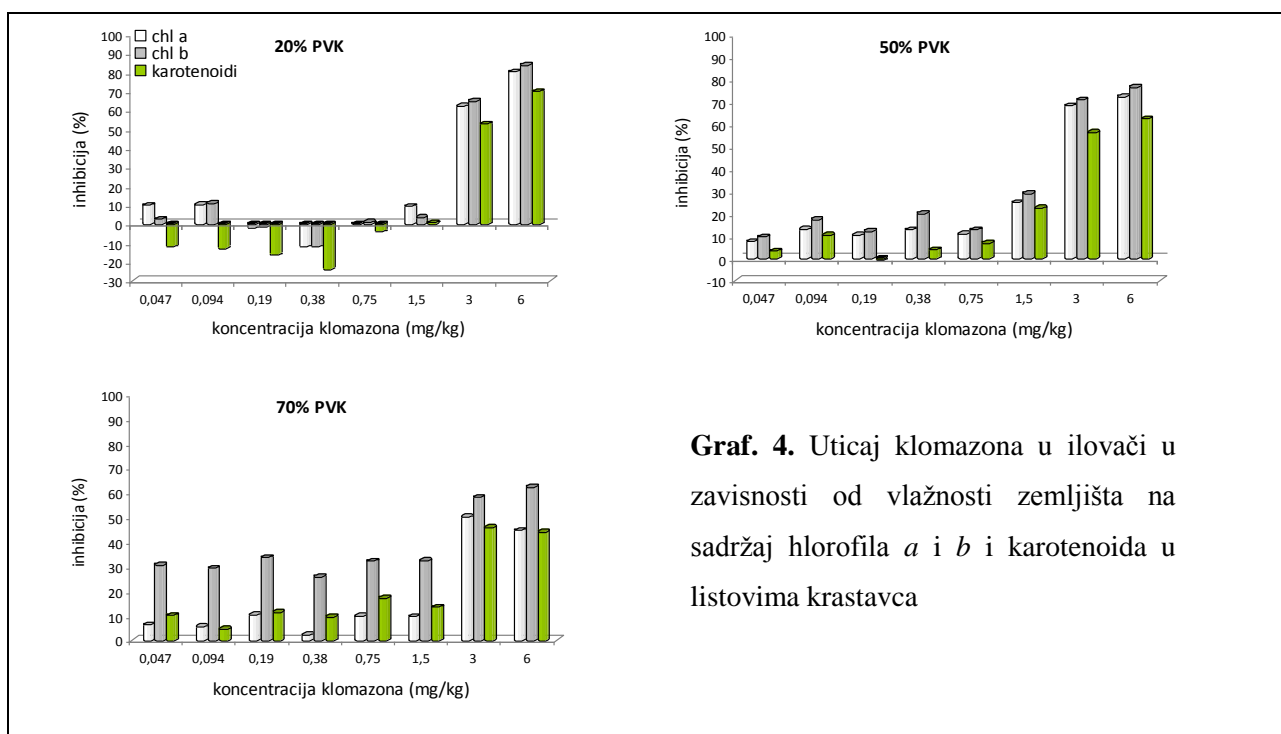
**Tabela 3.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja klomazona na svežu i suhu masu izdanka krastavca

Faktor	sveža masa		sua masa	
	F	p	F	p
zemljište (tip)	475,05	0,000000	146,566	0,000000
klomazon (koncentracija)	38,50	0,000000	23,656	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	386,23	0,000000	178,559	0,000000
zemljište x klomazon	9,98	0,000000	2,096	0,034760
zemljište x vlažnost zemljišta	118,42	0,000000	90,058	0,000000
klomazon x vlažnost zemljišta	4,37	0,000000	2,758	0,000296
zemljište x klomazon x vlažnost zemljišta	1,65	0,052115	1,179	0,280807

\* Tabele obeležene slovom P date su u prilogu.

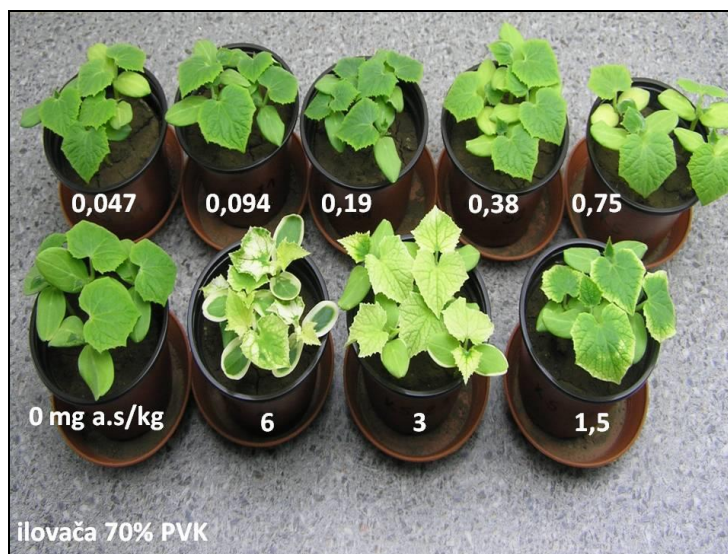
Sa obzirom na to da vegetativni parametri, sveža i suva masa izdanka krastavca, nisu ispoljili veću osetljivost i da nije konstatovano povećanje inhibicije saobrazno povećanju koncentracije klomazona u oba tipa zemljišta i na sva tri nivoa vlažnosti zemljišta dobijeni rezultati nisu bili pogodni za izračunavanje vrednosti efektivnih koncentracija 50 (EC<sub>50</sub>).

U ogledu je praćen i uticaj različitih koncentracija klomazona u ilovači i peskuši na sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u listovima krastavca. Koncentracije klomazona od 0,047 – 1,5 mg a.s./kg u ilovači, kada je vlažnost bila 20% PVK izazvale su slabo ili nikakvo smanjenje sva tri fiziološka parametra (Grafikon 4). Značajnije smanjenje pigmenata (52,62 – 83,72%) zabeleženo je kada su koncentracije bile 3, odnosno 6 mg a.s./kg.



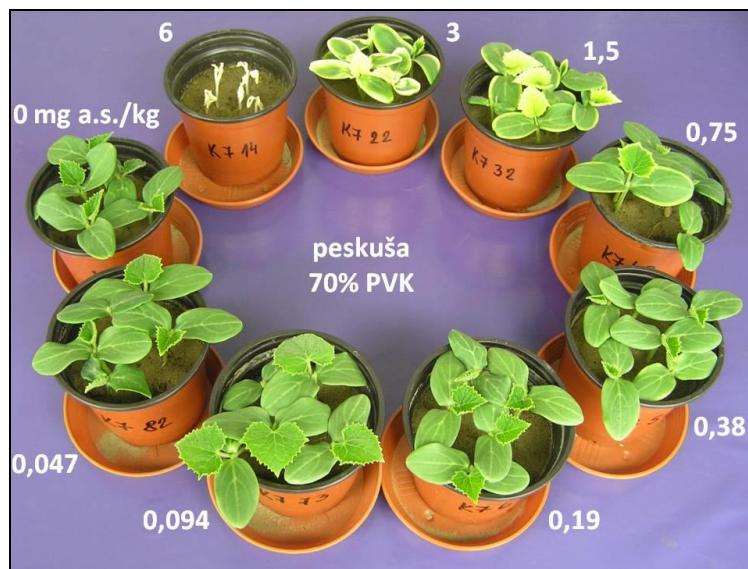
**Graf. 4.** Uticaj klomazona u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u listovima krastavca

Smanjenje sadržaja pigmenata u biljkama koje su gajene u ilovači, kada je vlažnost bila 50% PVK, uočeno je na svim primenjenim koncentracijama, ali je značajnija inhibicija (56,28 – 76,45%) konstatovana za koncentracije 3 i 6 mg a.s./kg klomazona. U varijantama kada je vlažnost zemljišta održavana na 70% PVK, sadržaj hlorofila *b* inhibiran je u rasponu od 25,92 do 62,26% na svim koncentracijama. Nešto manje osetljiv parametar bio je sadržaj karotenoida (4,62 – 45,81%), dok je inhibicija sinteze hlorofila *a* bila 2,24 – 44,71% (Grafikon 4, Slika 1).



**Slika 1.** Uticaj različitih koncentracija klomazona u ilovači (70% PVK) na biljke krastavca

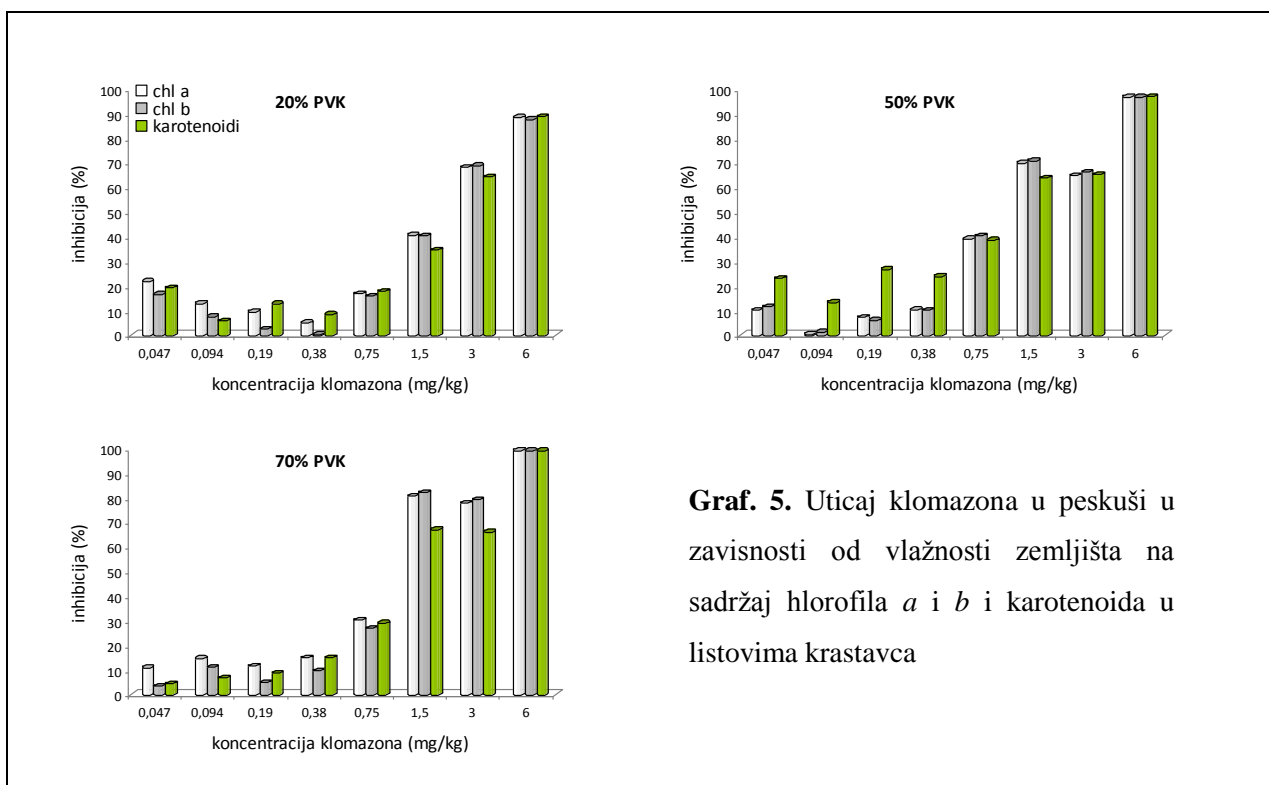
Biljke koje su gajene u peskuši na sva tri nivoa vlažnosti zemljišta ispoljile su veću osjetljivost te su fiziološki parametri bili inhibirani na svim koncentracijama klomazona (Grafikon 5, Slika 2).



**Slika 2.** Uticaj različitih koncentracija klomazona u peskuši (70% PVK) na biljke krastavca

Kada je vlažnost bila 20% PVK, redukcija pigmenata za koncentracije 0,047 – 1,5 mg a.s./kg kretala se u rasponu od 0,32 do 40,74%, dok je za dve najviše koncentracije bila izraženija

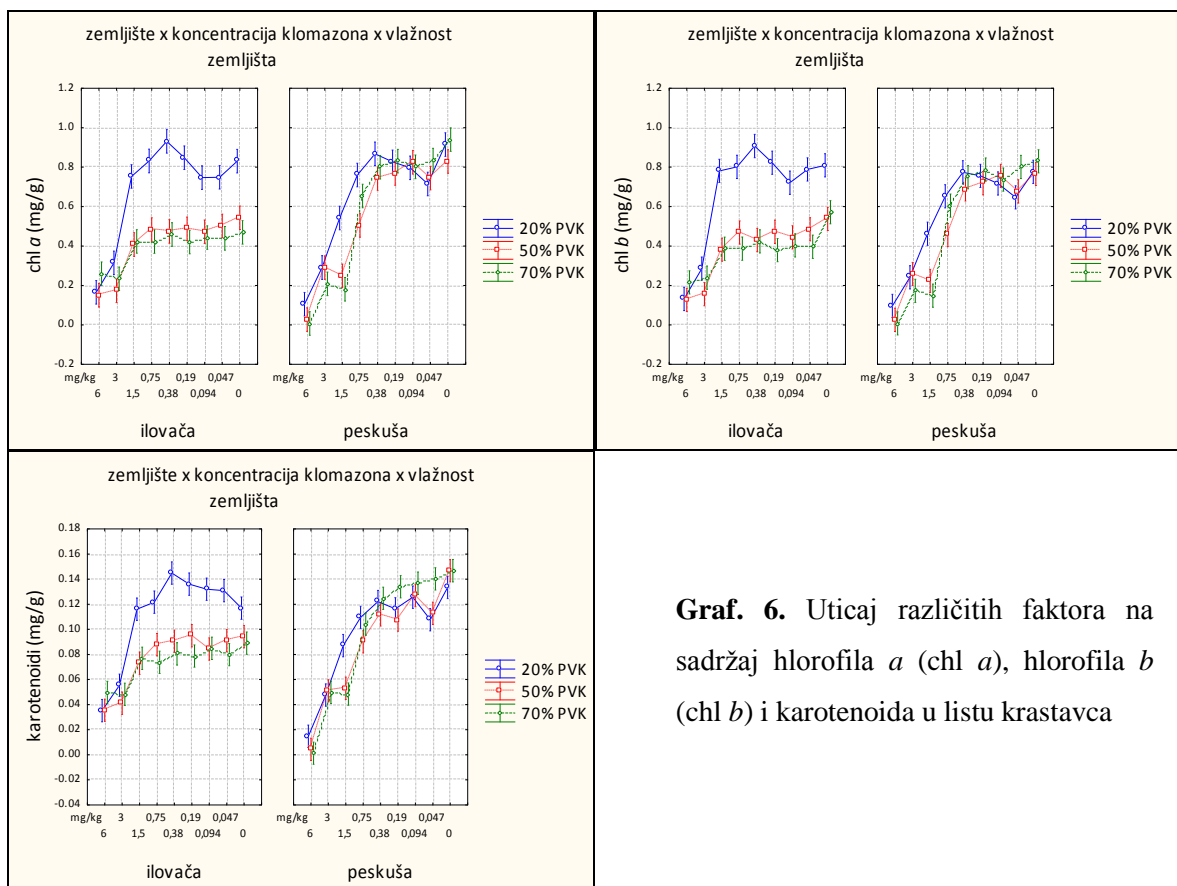
64,28 – 88,92%. U varijantama kada je vlažnost zemljišta bila 50 i 70% PVK redukcija merenih parametara ostvarena je na svim koncentracijama, ali značajnije smanjenje sadržaja svih pigmenata izazvale su koncentracije veće od 1,5 mg a.s./kg, i to 63,84 – 97,03% za 50% PVK, odnosno 67,06 – 99,24% kada je vlažnost zemljišta bila 70% PVK (Grafikon 5, Slika 2).



**Graf. 5.** Uticaj klomazona u peskuši u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u listovima krastavca

Utjecaji različitih faktora (tip i vlažnost zemljišta i različite koncentracije klomazona) na sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida prikazani su na grafikonu 6. Trofaktorijalna analiza varijanse (Tabela 4, Tabele P3-P5) sa statističkom značajnošću  $p < 0,05$  pokazala je da tip zemljišta, koncentracija klomazona, vlažnost zemljišta, kao i njihove interakcije utiču na smanjenje sadržaja pigmenata.





**Graf. 6.** Uticaj različitih faktora na sadržaj hlorofila *a* (chl *a*), hlorofila *b* (chl *b*) i karotenoida u listu krastavca

**Tabela 4.** Trofaktorijska analiza varijanse uticaja klomazona na hlorofil *a* i *b* i karotenoide u listovima krastavca

Faktor	hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoide	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	137,43	0,000	50,89	0,000	40,26	0,000
klomazon (koncentracija)	334,40	0,000	316,06	0,000	340,94	0,000
vlažnost zemljišta (%PVK)	209,79	0,000	187,34	0,000	100,64	0,000
zemljište x klomazon	50,29	0,000	40,02	0,000	43,49	0,000
zemljište x vlažnost zemljišta	69,92	0,000	99,45	0,000	85,97	0,000
klomazon x vlažnost zemljišta	8,24	0,000	8,42	0,000	5,67	0,000
zemlj. x klomazon x vl. zemljišta	8,38	0,000	9,31	0,000	9,25	0,000

Za utvrđivanje zavisnosti sadržaja biljnih pigmenata krastavca od promene koncentracije klomazona u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, korišćena je nelinearna regresija (3) na osnovu koje su izračunate  $EC_{50}$  vrednosti, kao pokazatelj osetljivosti biljaka krastavca (Tabela 5).

Izračunate su i vrednosti EC<sub>10</sub> i EC<sub>30</sub> kao pokazatelji koncentracija klomazona u zemljištu koje ne izazivaju statistički značajan efekat ili izazivaju efekat koji značajno ne utiče na dalji razvoj biljke. Na osnovu izračunatih vrednosti EC<sub>50</sub> za sva tri pigmenta, zapaža se da su biljke krastavca pokazale veću osetljivost na klomazon kada su gajene u peskovitom zemljištu, dok su na oba tipa zemljišta najveću otpornost ispoljile kada je vlažnost zemljišta bila 20% PVK.

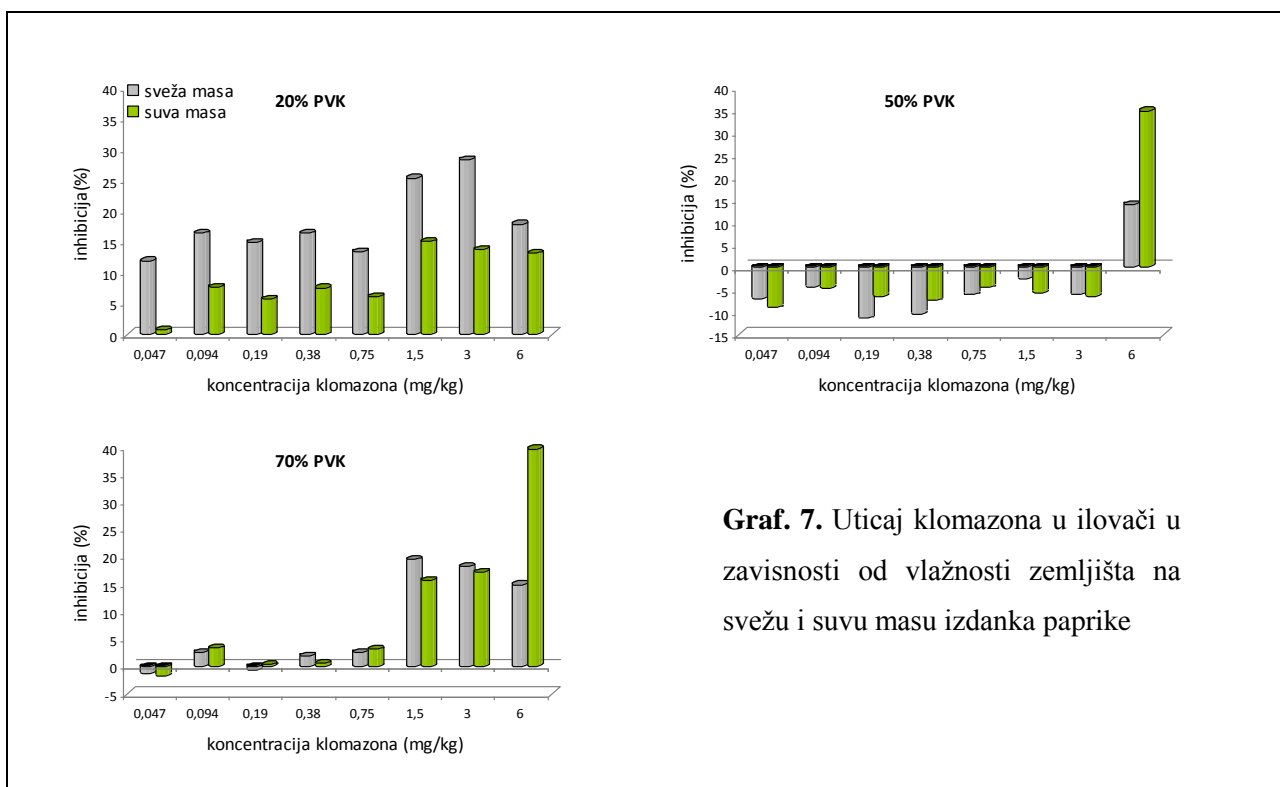
**Tabela 5.** Vrednosti efektivnih koncentracija klomazona (EC<sub>10</sub>, EC<sub>30</sub> i EC<sub>50</sub>) za sadržaj pigmentata u listovima krastavca

zemljište	PVK (%)	EC mg a.s./kg	mereni parametar		
			hlorofil a	hlorofil b	karotenoidi
ilovača	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>1,41</b> ±0,27	<b>1,29</b> ±0,33	<b>0,90</b> ±0,30
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,90</b> ±0,23	<b>1,79</b> ±0,29	<b>1,44</b> ±0,28
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>2,28</b> ±0,22	<b>2,18</b> ±0,30	<b>1,93</b> ±0,31
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,92</b> ±0,26	<b>0,44</b> ±0,22	<b>0,91</b> ±0,16
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,35</b> ±0,20	<b>0,92</b> ±0,26	<b>1,35</b> ±0,13
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>1,70</b> ±0,22	<b>1,46</b> ±0,33	<b>1,73</b> ±0,14
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>1,33</b> ±0,24	<b>1,20</b> ±0,21	<b>0,16</b> ±0,12
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,62</b> ±0,21	<b>1,47</b> ±0,22	<b>0,54</b> ±0,22
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>1,83</b> ±0,37	<b>1,75</b> ±0,31	<b>1,13</b> ±0,37
peskuša	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,50</b> ±0,19	<b>0,61</b> ±0,14	<b>0,50</b> ±0,17
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,01</b> ±0,21	<b>1,11</b> ±0,15	<b>1,07</b> ±0,21
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>1,57</b> ±0,27	<b>1,61</b> ±0,17	<b>1,73</b> ±0,27
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,24</b> ±0,08	<b>0,24</b> ±0,08	<b>0,07</b> ±0,04
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,59</b> ±0,11	<b>0,58</b> ±0,11	<b>0,32</b> ±0,10
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>1,05</b> ±0,15	<b>1,02</b> ±0,15	<b>0,87</b> ±0,20
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,26</b> ±0,09	<b>0,41</b> ±0,09	<b>0,22</b> ±0,07
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,58</b> ±0,11	<b>0,71</b> ±0,09	<b>0,61</b> ±0,10
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>0,95</b> ±0,14	<b>1,00</b> ±0,11	<b>1,15</b> ±0,15

#### 4.1.1.2. Uticaj klomazona na vegetativne i fiziološke parametre paprike

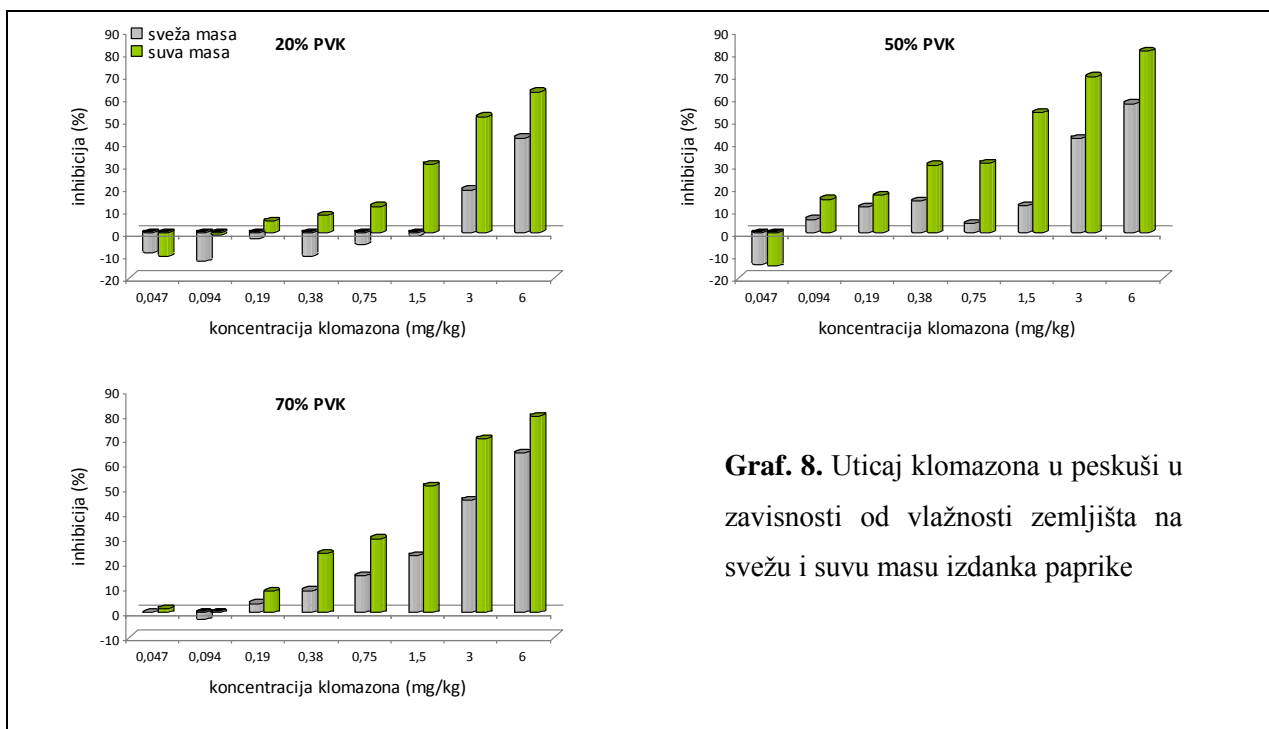
Rezultati ispitivanja osetljivosti biljaka paprike na ostatke klomazona u ilovači prikazani su na grafikonu 7. Najmanji stepen redukcije vegetativnih parametara uočen je kada je vlažnost zemljišta bila 50% PVK, jer se smanjenje beleži samo na najvišoj koncentraciji. Kada je vlažnost zemljišta bila 70% PVK, za koncentracije 0,047 – 0,75 mg a.s./kg redukcija je bila manja od 10%, dok je za preostale tri bila u rasponu od 14,94 do 39,72%. U uslovima smanjene vlažnosti

zemljišta (20% PVK) konstatovano je smanjenje sveže i suve mase izdanka paprike na svim koncentracijama klomazona, ali ne više od 30% u odnosu na kontrolne biljke.



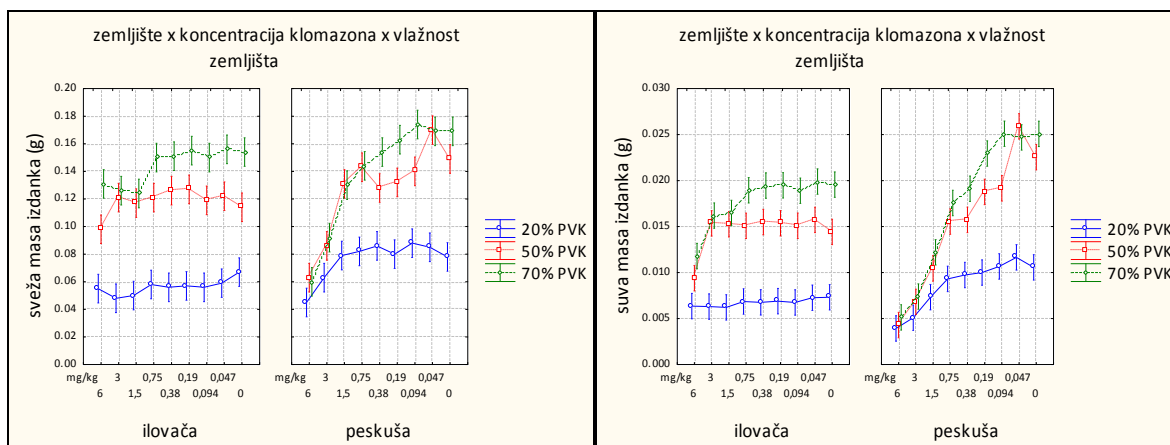
**Graf. 7.** Uticaj klomazona u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu i suhu masu izdanka paprike

Sa druge strane, kada su biljke paprike gajene u peskuši i kada je vlažnost zemljišta bila 50% PVK, primenjene koncentracije klomazona dovele su do značajnijeg smanjenja vegetativnih parametara (Grafikon 8). Redukcija sveže mase izdanka kretala se od 4,03 – 57,75%, dok se suva masa pokazala kao osetljiviji parametar te je stepen inhibicije bio u rasponu od 15,03 do 80,98%. Sličan trend zabeležen je i kada je vlažnost zemljišta bila 70% PVK. I ovog puta, suva masa izdanka se pokazala kao osetljiviji parametar na prisustvo različitih koncentracija klomazona, te je zabeleženo smanjenje od 8,53 – 79,55%, dok je redukcija sveže mase izdanka bila u rasponu 3,55 – 64,50%. U uslovima smanjene vlažnosti zemljišta (20% PVK) do smanjenja sveže mase izdanka paprike došlo je samo na koncentracijama većim od 3 mg a.s./kg (19,23 – 42,31%). Smanjenje suve mase konstatovano je za koncentracije klomazona veće od 0,19 mg a.s./kg (5,30 – 62,88%).



**Graf. 8.** Uticaj klomazona u peskuši u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu i suhu masu izdanka paprike

Analizom podataka dobijenih merenjem sveže i suve mase izdanaka paprike (Grafikon 9), utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika ( $p < 0,05$ ) u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta, različitih koncentracija klomazona, kao i njihovih interakcija (Tabele P6 i P7). Iz izračunatih vrednosti F-testa (Tabela 6) jasno se uočava visok stepen značajnosti vlažnosti zemljišta u odnosu na ostale faktore.

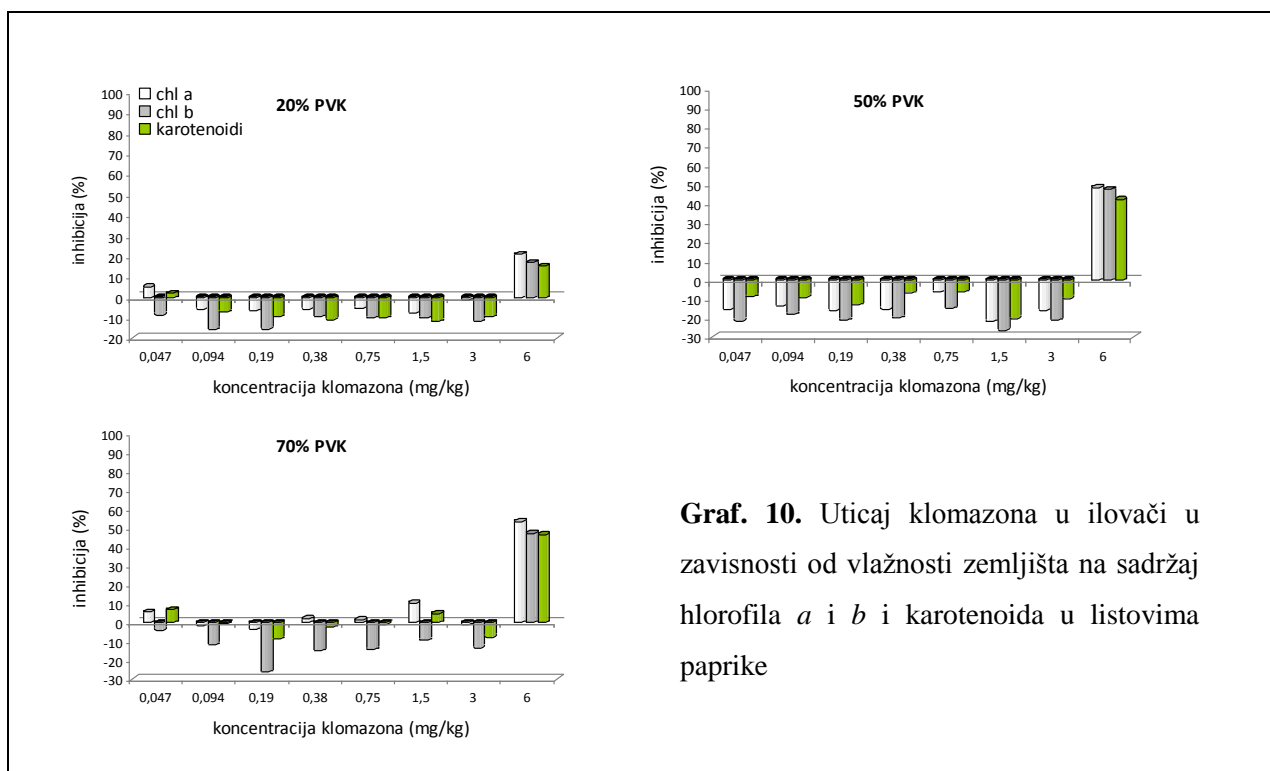


**Grafikon 9.** Uticaj različitih faktora na svežu (levo) i suhu (desno) masu izdanka paprike

**Tabela 6.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja klomazona na svežu i suhu masu izdanka paprike

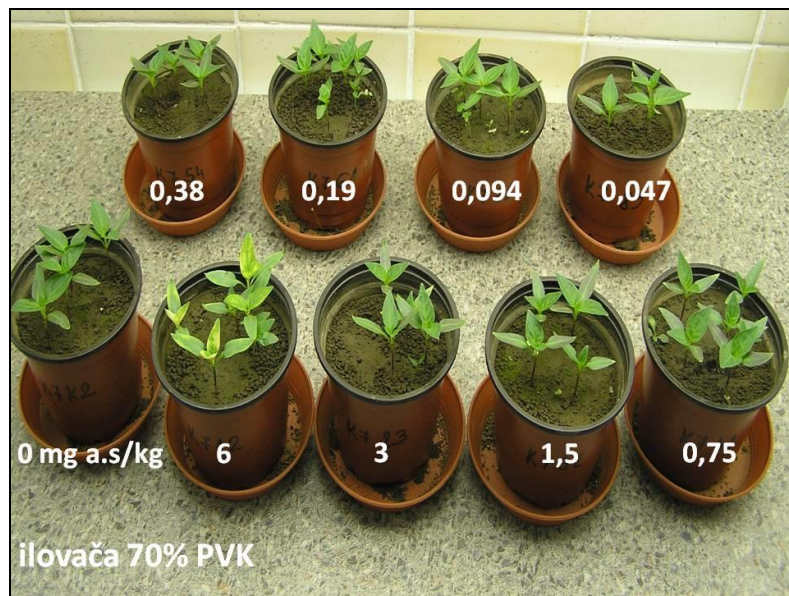
Faktor	sveža masa		suvu masa	
	F	p	F	p
zemljište (tip)	30,77	0,000000	21,71	0,000004
klomazon (koncentracija)	63,84	0,000000	154,61	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	998,21	0,000000	980,82	0,000000
zemljište x klomazon	26,20	0,000000	63,74	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	24,65	0,000000	10,23	0,000045
klomazon x vlažnost zemljišta	6,72	0,000000	15,38	0,000000
zemljište x klomazon x vlažnost zemljišta	3,73	0,000002	6,13	0,000000

Klomazon primenjen u koncentracijama 0,047 – 3 mg a.s./kg u ilovastom zemljištu, ili nije imao uticaja na promene u sadržaju pigmenata (hlorofil *a* i *b* i karotenoide) u listovima paprike ili je on bio manji od 10% (Grafikon 10). Tek je najviša koncentracija (6 mg a.s./kg) dovela do smanjenja fizioloških parametara za 15,31 – 20,97% u odnosu na kontrolne biljke u najmanje vlažnom zemljištu (20% PVK), dok je nešto veće smanjenje (41,94 – 48,34%) zabeleženo kada je vlažnost zemljišta bila 50% PVK.

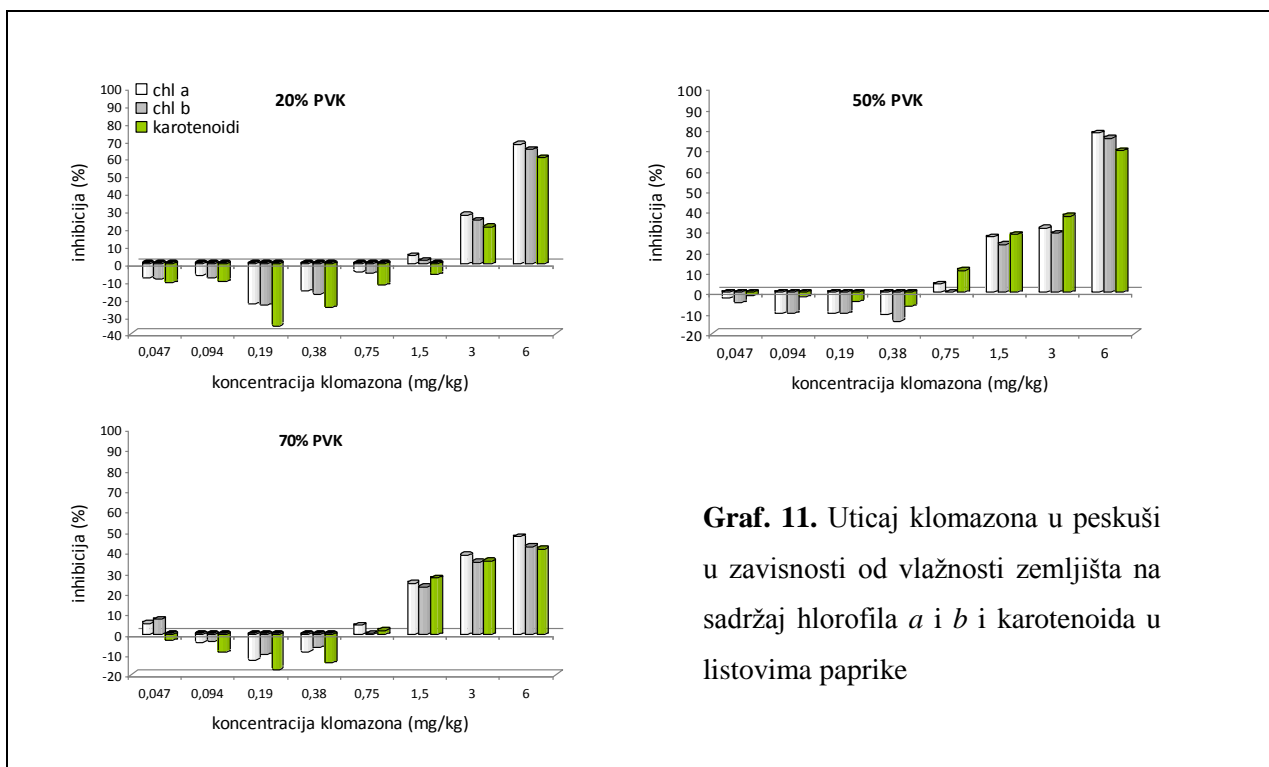


**Graf. 10.** Uticaj klomazona u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u listovima paprike

U vlažnom ilovastom zemljištu (70% PVK), najviša koncentracija klomazona izazvala je redukciju sadržaja pigmentata od 46,58 do 53,47% (Grafikon 10, Slika 3).



**Slika 3.** Uticaj različitih koncentracija klomazona u ilovači (70% PVK) na biljke paprike



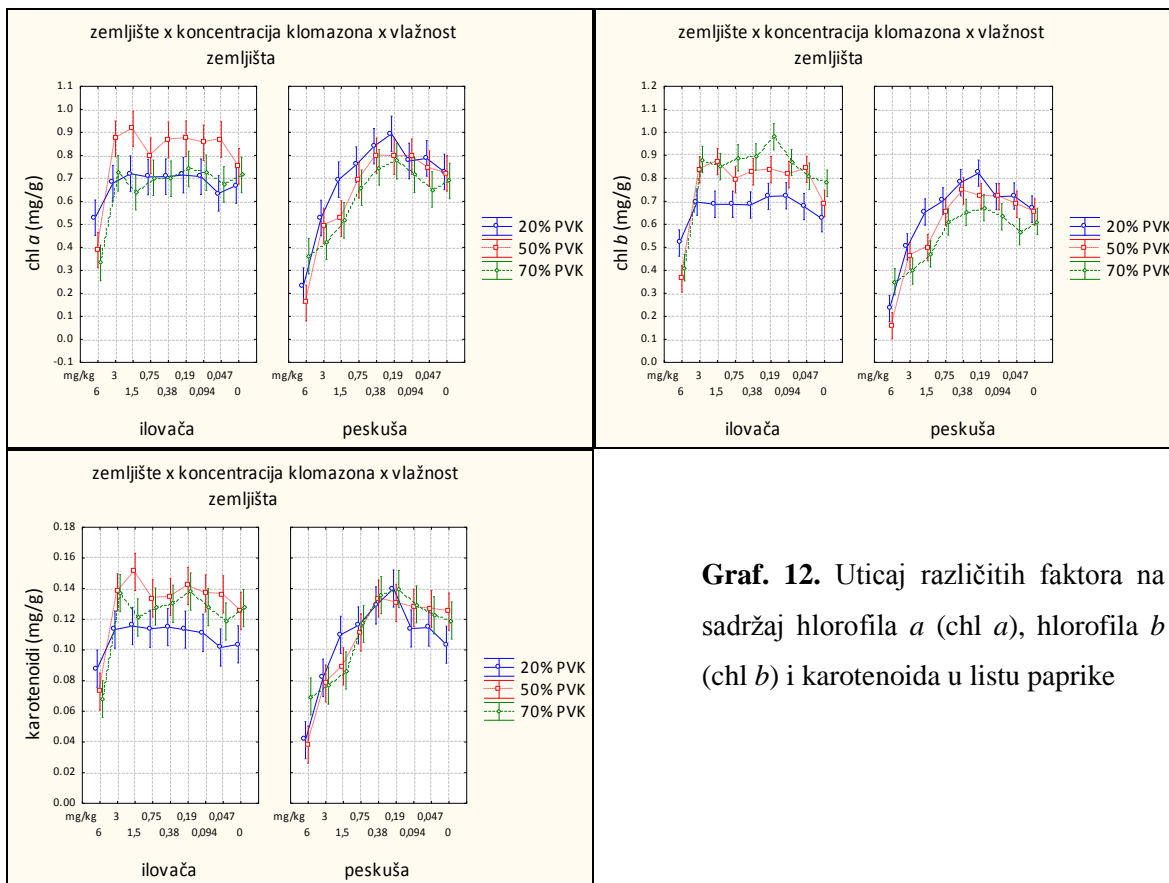
**Graf. 11.** Uticaj klomazona u peskuši u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u listovima paprike

Klomazon primenjen u koncentracijama manjim od 0,75 mg a.s./kg u peskuši sa 20% PVK nije imao inhibitorni uticaj na sadržaj pigmenata u listovima paprike (Grafikon 11). Značajnija inhibicija (60,20 – 67,87%) zabeležena je na najvišoj koncentraciji, a slični odgovori su dobijeni i za vlažnost zemljišta 50% PVK kada je konstatovano smanjenje od 69,36 do 78,14% u odnosu na kontrolne biljke. Najmanji inhibitorni efekat, za koncentraciju od 6 mg a.s./kg uočen je u najvlažnijem zemljištu (41,52 – 47,53%) (Grafikon 11, Slika 4).



**Slika 4.** Uticaj različitih koncentracija klomazona u peskuši (70% PVK) na biljke paprike

Na grafikonu 12 prikazan je uticaj različitih koncentracija klomazona, na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta na sadržaj pigmenata, hlorofila *a* i *b* i karotenoida. Trofaktorijanom analizom varijanse, sa značajnošću od 95%, dobijene vrednosti F-testa pokazale su da pomenuti faktori i njihove interakcije dovode do promena u količini pigmenata u listovima paprike u odnosu na gajene kontrolne biljke (Tabela 7, Tabele P8 – P10).



**Graf. 12.** Uticaj različitih faktora na sadržaj hlorofila *a* (chl *a*), hlorofila *b* (chl *b*) i karotenoide u listu paprike

**Tabela 7.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja klomazona na hlorofil *a* i *b* i karotenoide u listovima paprike

Faktor	hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoide	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	34,83	0,000000	382,29	0,000000	54,24	0,000000
klomazon (koncentracija)	76,91	0,000000	128,54	0,000000	69,85	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	18,27	0,000000	4,41	0,012682	17,52	0,000000
zemljište x klomazon	12,66	0,000000	16,13	0,000000	15,87	0,000000
zemljište x vl. zemljišta	24,98	0,000000	79,12	0,000000	12,55	0,000005
klomazon x vl. zemljišta	2,05	0,009300	2,59	0,000693	2,02	0,010880
zemlj. x klomazon x vl.zemlj.	2,47	0,001292	5,69	0,000000	2,47	0,001261

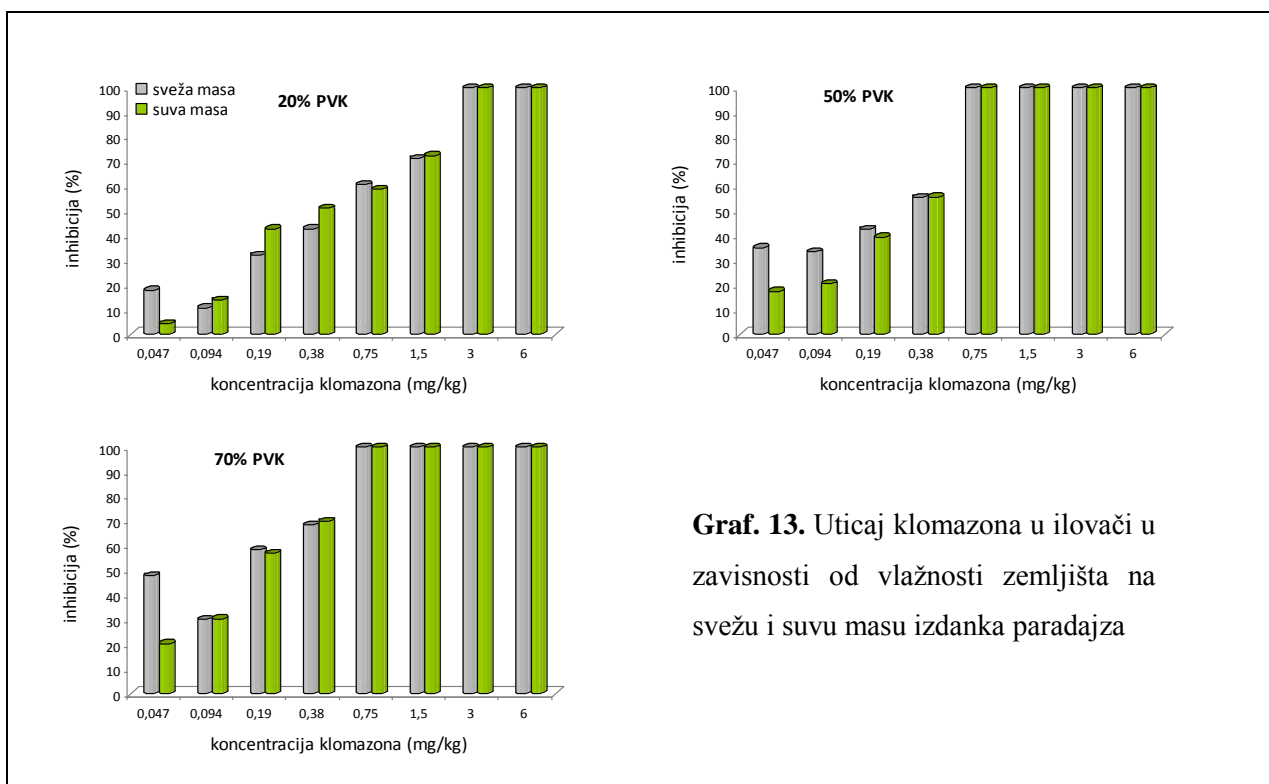
Sa obzirom na to da vegetativni i fiziološki parametri biljaka paprike, u ovom biotestu, nisu ispoljili dovoljno visok stepen osjetljivosti prema primenjenim koncentracijama klomazona u



oba tipa i na sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, dobijeni podaci nisu bili pogodni za izračunavanje vrednosti EC<sub>50</sub>.

#### 4.1.1.3. Uticaj klomazona na vegetativne i fiziološke parametre paradajza

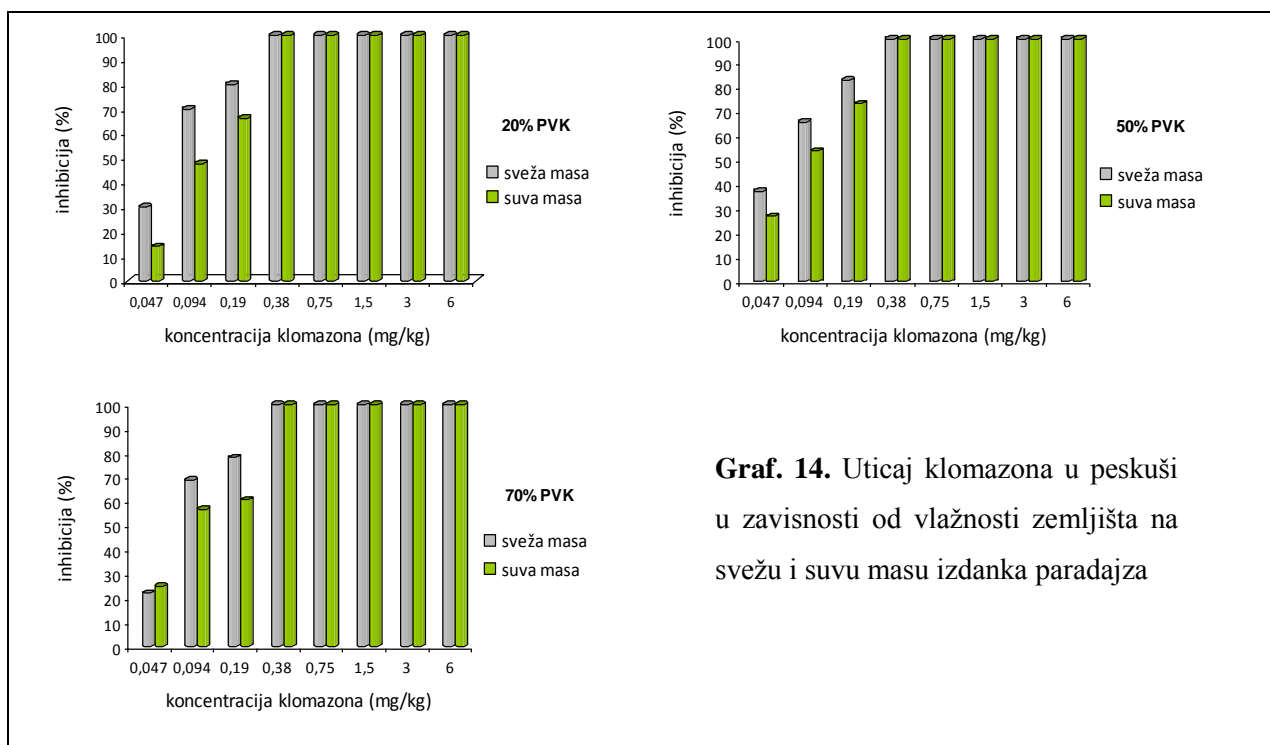
Klomazon u koncentracijama klomazona 0,75 - 6 mg a.s./kg u ilovači, kada je vlažnost bila 50, odnosno 70% PVK izazvao je propadanje biljka paradajza (Grafikon 13). Za preostale koncentracije (0,047 – 0,38 mg a.s./kg) redukcija sveže mase izdanka bila je 33,33 – 55,56%, odnosno suve mase 17,43 – 55,71% kada je vlažnost održavana na 50% PVK. Nešto izraženije smanjenje sveže (30,00 – 68,33%) i suve mase izdanka (20,27 – 70,05%) bilo je pri vlažnosti od 70% PVK. Za potpuno uvenuće biljaka paradajza, kada je vlažnost ilovače bila 20% PVK, bilo je potrebno 3, odnosno 6 mg a.s./kg klomazona. Klomazon u drugim koncentracijama doveo je do smanjenja sveže mase izdanka u rasponu od 10,71 do 71,43% u odnosu na kontrolne biljke, dok je suva masa redukovana 4,42 – 72,57%.



**Graf. 13.** Uticaj klomazona u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu i suhu masu izdanka paradajza

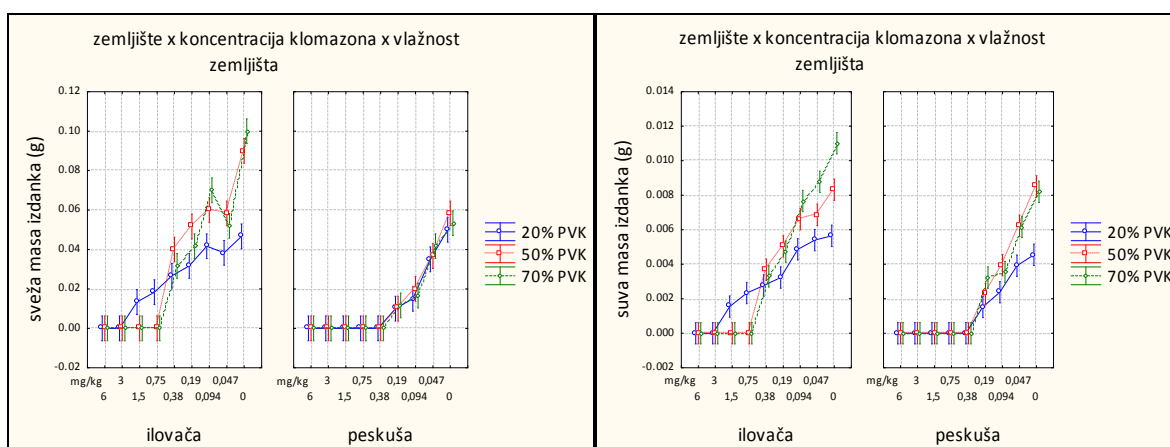
Kada je paradajz gajen u peskuši, na sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, potpuno sušenje biljaka izazvale su koncentracije 0,38 - 6 mg a.s./kg klomazona. Niže koncentracije (0,047 – 0,19

mg a.s./kg) uticale su na smanjenje sveže mase izdanka 21,88 -82,86%, dok je suva masa inhibirana 13,92 – 73,19% (Grafikon 14).



**Graf. 14.** Uticaj klomazona u peskuši u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu i suhu masu izdanka paradajza

Utjecaji različitih faktora (tip i vlažnost zemljišta i koncentracija klomazona) na svežu i suhu masu izdanka biljaka paradajza prikazani su na grafikonu 15, a visoke vrednosti F-testa posebno su istakle uticaj tipa zemljišta i koncentracija klomazona na promene vegetativnih parametara (Tabela 8, Tabele P11-P12).

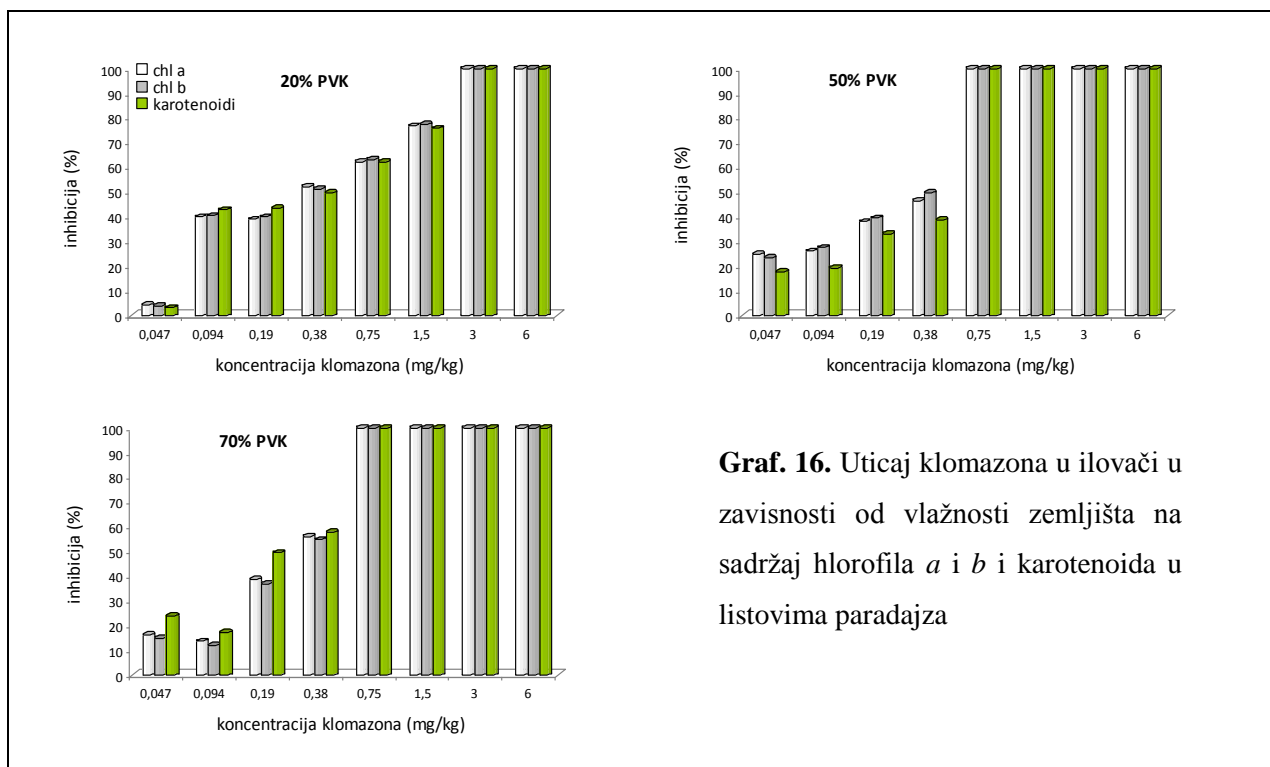


**Graf. 15.** Uticaj različitih faktora na svežu (levo) i suhu (desno) masu izdanka paradajza

**Tabela 8.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja klomazona na svežu i suhu masu izdanka paradajza

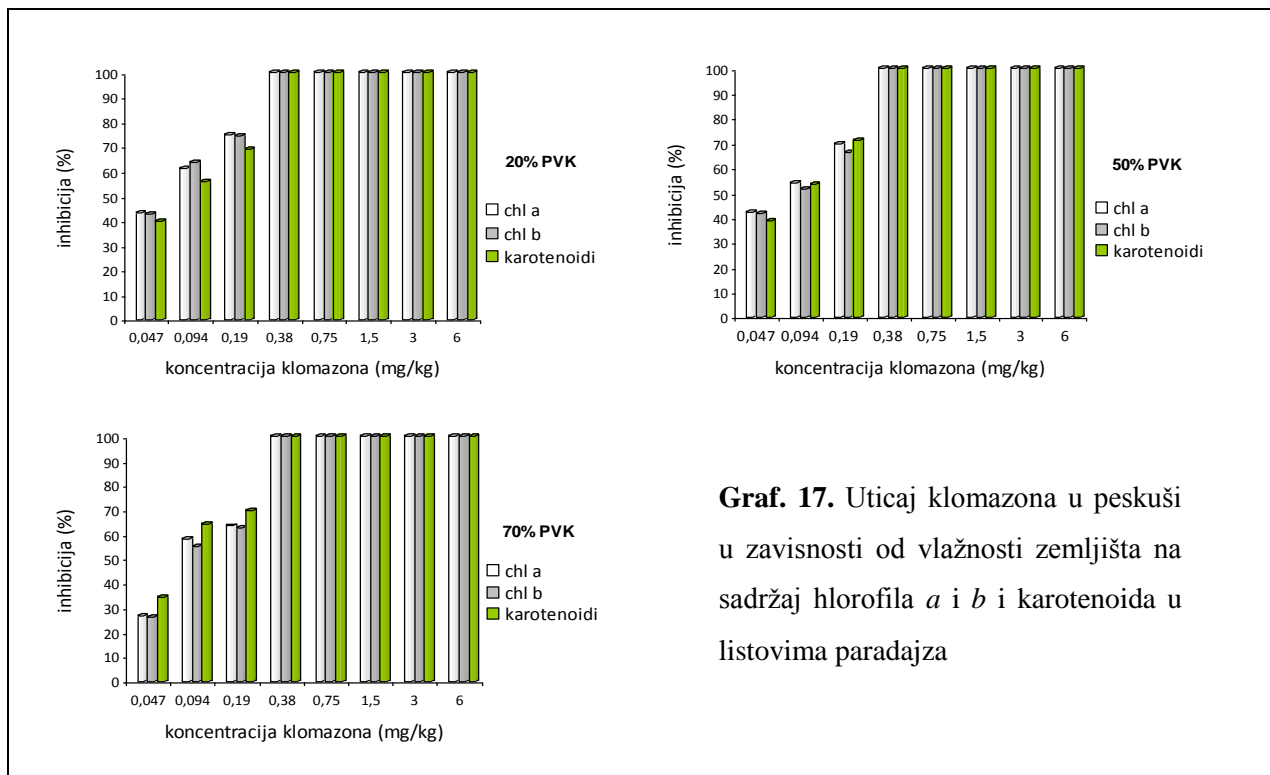
Faktor	sveža masa		suva masa	
	F	p	F	p
zemljište (tip)	373,422	0,000000	260,168	0,000000
klomazon (koncentracija)	326,040	0,000000	526,752	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	16,487	0,000000	50,945	0,000000
zemljište x klomazon	35,312	0,000000	22,260	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	8,116	0,000378	3,661	0,027001
klomazon x vlažnost zemljišta	8,333	0,000000	19,060	0,000000
zemljište x klomazon x vlažnost zemljišta	6,574	0,000000	4,187	0,000000

Slično kao za vegetativne parametare i smanjenje sadržaja sva tri pigmenta u listovima paradajza za niže koncentracije klomazona (0,047 – 0,38 mg a.s./kg) u ilovači bilo je prilično ujednačeno i to 17,74 – 49,74% kada je vlažnost zemljišta bila 50%, odnosno 12,03 – 57,84% za 70% PVK. Klomazon u koncentracijama  $\geq 0,75$  mg a.s./kg prouzrokovao je potpuno uvenuće biljaka (Grafikon 16). U uslovima smanjene vlažnosti zemljišta (20% PVK) biljke su propale pod uticajem dve najviše koncentracije klomazona, dok je za ostale stepen redukcije sadržaja pigmenta bio od 3,21 do 77,43%.



**Graf. 16.** Uticaj klomazona u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na sadržaj hlorofila a i b i karotenoida u listovima paradajza

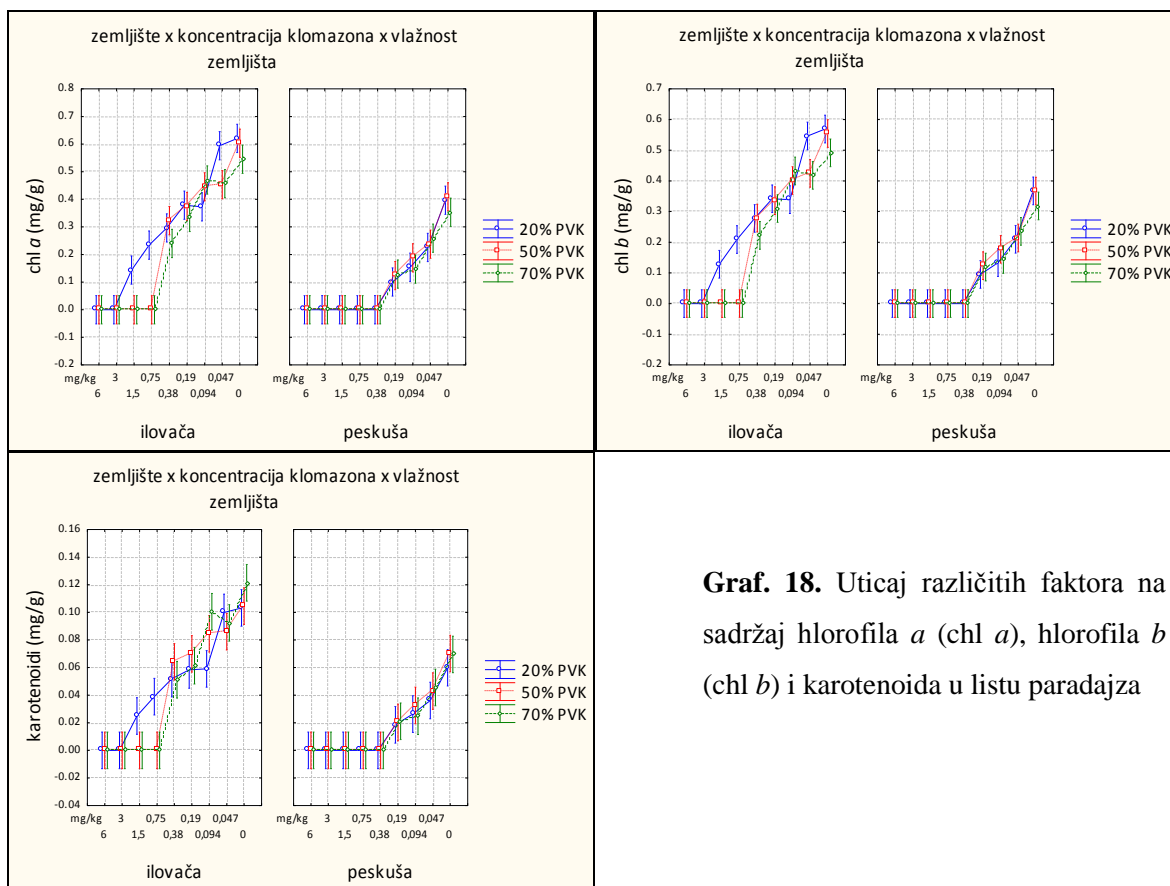
U peskovitom zemljištu, na sva tri nivoa vlažnosti, klomazona u koncentracijama  $\geq 0,38$  mg a.s./kg izazvao je uvenuće biljaka, a za niže koncentracije redukcije sadržaja pigmentata bile su ujednačene u rasponu 26,57 – 74,71% (Grafikon 17).



**Slika 5.** Uvenuće klijanaca paradajza pod uticajem koncentracije 6 mg a.s./kg klomazona u ilovači (levo) i peskuši (desno)

Uticaji različitih faktora (tip zemljišta, koncentracija klomazona i vlažnost zemljišta) u ogledu sa paradajzom kao test biljkom na fiziološke parametre, sadržaj hlorofila *a* i *b* i

karotenoide, prikazani su na grafikonu 18. Trofaktorijanom analizom varijanse (Tabela 9, Tabele P13-P15) utvrđeno je da na sadržaj hlorofila *a* i *b* značajno utiču svi faktori kao i njihove interakcije, dok vlažnost zemljišta i interakcija tipa i vlažnosti zemljišta nije imala značajnijeg uticaja na sadržaj karotenoida ( $p > 0,05$ ).



**Graf. 18.** Uticaj različitih faktora na sadržaj hlorofila *a* (chl *a*), hlorofila *b* (chl *b*) i karotenoida u listu paradajza

**Tabela 9.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja klomazona na hlorofil *a* i *b* i karotenoide u listovima paradajza

Faktor	hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoide	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	474,592	0,000000	502,752	0,000000	264,647	0,000000
klomazon (koncentracija)	287,194	0,000000	309,685	0,000000	140,461	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	7,097	0,000991	7,547	0,000646	0,056	0,945489
zemljište x klomazon	32,353	0,000000	34,466	0,000000	18,931	0,000000
zemljište x vl. zemljišta	8,907	0,000179	9,635	0,000091	0,845	0,430512
klomazon x vl. zemljišta	2,792	0,000346	3,089	0,000080	2,023	0,012150
zemlj. x klomazon x vl. zemlj.	2,609	0,000831	2,455	0,001723	1,907	0,019906

Za utvrđivanje zavisnosti promene vegetativnih i fizioloških parametara u odnosu na različite koncentracije klomazona u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, korišćena je nelinearna regresija (3) na osnovu koje su izračunate  $EC_{50}$  vrednosti kao pokazatelj osetljivosti biljaka paradajza (Tabela 10). Na osnovu izračunatih vrednosti  $EC_{50}$  utvrđeno je da je bez obzira na vlažnost zemljišta veći stepen osetljivosti svih merenih parametara zabeležen kod biljka koje su gajene u peskovitom zemljištu.

**Tabela 10.** Vrednosti efektivnih koncentracija klomazona ( $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  i  $EC_{50}$ ) za svežu i suhu masu i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

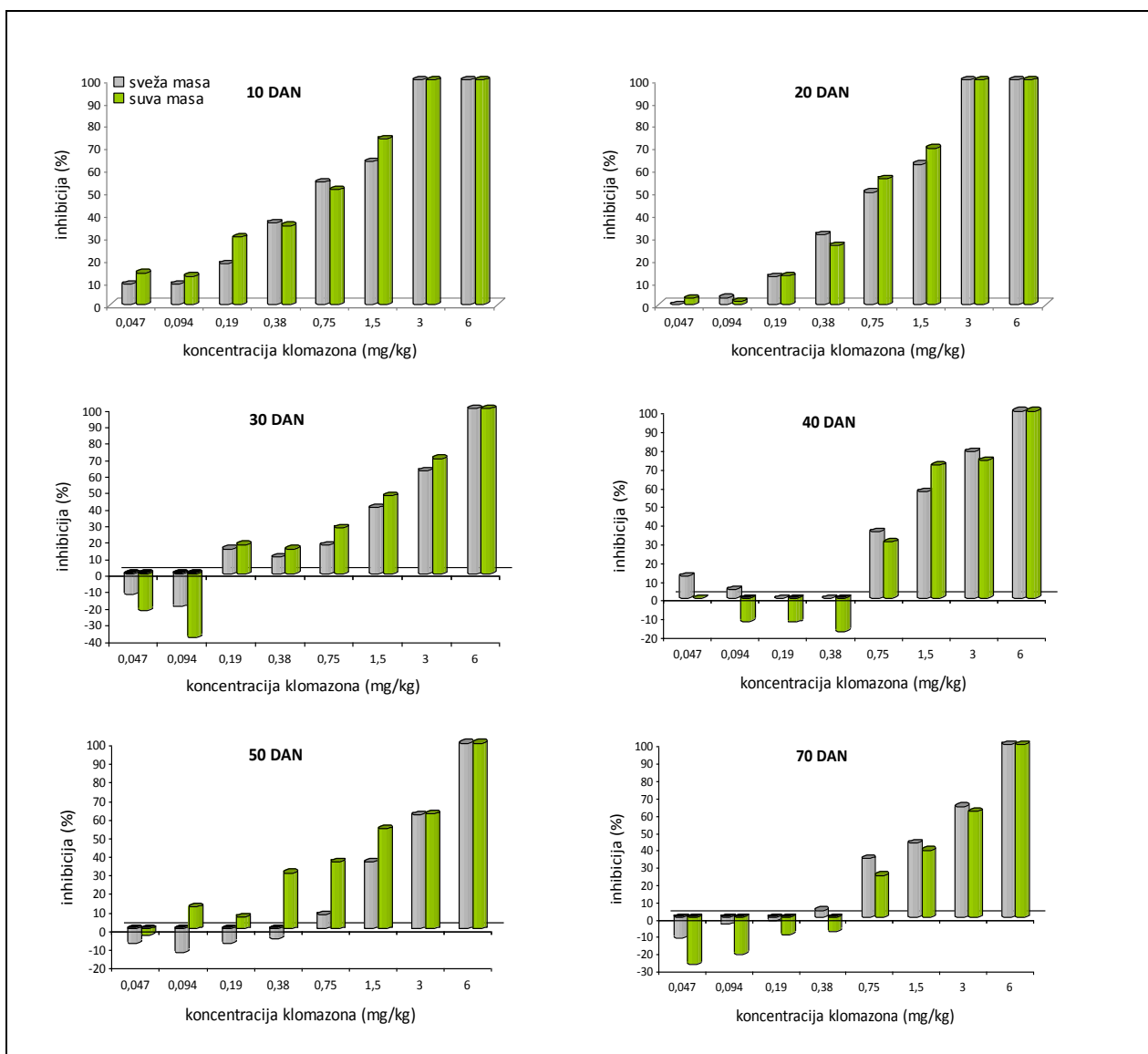
zemlj	PVK (%)	EC mg a.s./kg	mereni parametar				
			sveža masa	suva masa	hlorofil <i>a</i>	hlorofil <i>b</i>	karotenoidi
ilovača	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,06</b> $\pm 0,02$	<b>0,05</b> $\pm 0,02$	<b>0,03</b> $\pm 0,01$	<b>0,03</b> $\pm 0,01$	<b>0,03</b> $\pm 0,01$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,21</b> $\pm 0,04$	<b>0,18</b> $\pm 0,04$	<b>0,12</b> $\pm 0,03$	<b>0,12</b> $\pm 0,03$	<b>0,12</b> $\pm 0,04$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,45</b> $\pm 0,06$	<b>0,39</b> $\pm 0,06$	<b>0,31</b> $\pm 0,06$	<b>0,30</b> $\pm 0,06$	<b>0,30</b> $\pm 0,07$
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,03</b> $\pm 0,02$	<b>0,08</b> $\pm 0,04$	<b>0,16</b> $\pm 0,08$	<b>0,07</b> $\pm 0,05$	<b>0,32</b> $\pm 0,07$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,11</b> $\pm 0,06$	<b>0,18</b> $\pm 0,05$	<b>0,28</b> $\pm 0,08$	<b>0,18</b> $\pm 0,07$	<b>0,39</b> $\pm 0,04$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,25</b> $\pm 0,13$	<b>0,30</b> $\pm 0,06$	<b>0,39</b> $\pm 0,09$	<b>0,32</b> $\pm 0,10$	<b>0,44</b> $\pm 0,08$
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,01</b> $\pm 0,01$	<b>0,03</b> $\pm 0,01$	<b>0,10</b> $\pm 0,04$	<b>0,11</b> $\pm 0,04$	<b>0,06</b> $\pm 0,03$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,06</b> $\pm 0,03$	<b>0,09</b> $\pm 0,02$	<b>0,20</b> $\pm 0,04$	<b>0,21</b> $\pm 0,04$	<b>0,15</b> $\pm 0,05$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,16</b> $\pm 0,10$	<b>0,18</b> $\pm 0,03$	<b>0,30</b> $\pm 0,05$	<b>0,31</b> $\pm 0,05$	<b>0,26</b> $\pm 0,07$
peskuša	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,02</b> $\pm 0,00$	<b>0,03</b> $\pm 0,01$	<b>0,02</b> $\pm 0,00$	<b>0,02</b> $\pm 0,00$	<b>0,01</b> $\pm 0,01$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,04</b> $\pm 0,01$	<b>0,07</b> $\pm 0,01$	<b>0,04</b> $\pm 0,01$	<b>0,04</b> $\pm 0,01$	<b>0,04</b> $\pm 0,01$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,07</b> $\pm 0,07$	<b>0,11</b> $\pm 0,01$	<b>0,06</b> $\pm 0,01$	<b>0,06</b> $\pm 0,01$	<b>0,08</b> $\pm 0,01$
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,02</b> $\pm 0,00$	<b>0,02</b> $\pm 0,01$	<b>0,01</b> $\pm 0,01$	<b>0,01</b> $\pm 0,01$	<b>0,01</b> $\pm 0,01$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,04</b> $\pm 0,00$	<b>0,05</b> $\pm 0,01$	<b>0,04</b> $\pm 0,01$	<b>0,04</b> $\pm 0,01$	<b>0,04</b> $\pm 0,01$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,07</b> $\pm 0,01$	<b>0,09</b> $\pm 0,01$	<b>0,08</b> $\pm 0,02$	<b>0,08</b> $\pm 0,02$	<b>0,08</b> $\pm 0,01$
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,03</b> $\pm 0,01$	<b>0,02</b> $\pm 0,01$	<b>0,02</b> $\pm 0,01$	<b>0,02</b> $\pm 0,01$	<b>0,01</b> $\pm 0,01$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,05</b> $\pm 0,01$	<b>0,05</b> $\pm 0,02$	<b>0,05</b> $\pm 0,01$	<b>0,06</b> $\pm 0,01$	<b>0,04</b> $\pm 0,01$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,07</b> $\pm 0,01$	<b>0,10</b> $\pm 0,02$	<b>0,09</b> $\pm 0,02$	<b>0,10</b> $\pm 0,02$	<b>0,07</b> $\pm 0,01$

Statističkom analizom podataka i izračunavanjem vrednosti inhibicija porsta biljaka izraženih preko redukcije vegetativnih i fizioloških parametara za sve tri test biljke, za različite koncentracije klomazona u ilovači i peskuši, za sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, utvrđeno je da su najveći stepen osetljivosti ispoljile biljke paradajza, zatim krastavca, dok su biljke paprike bile najmanje osetljive. Na osnovu dobijenih odgovora u ovom ogledu za praćenje degradacije klomazona biotest metodom kao test biljka odabran je paradajz.

## 4.1.2. Dinamika degradacije klomazona (biotest metoda)

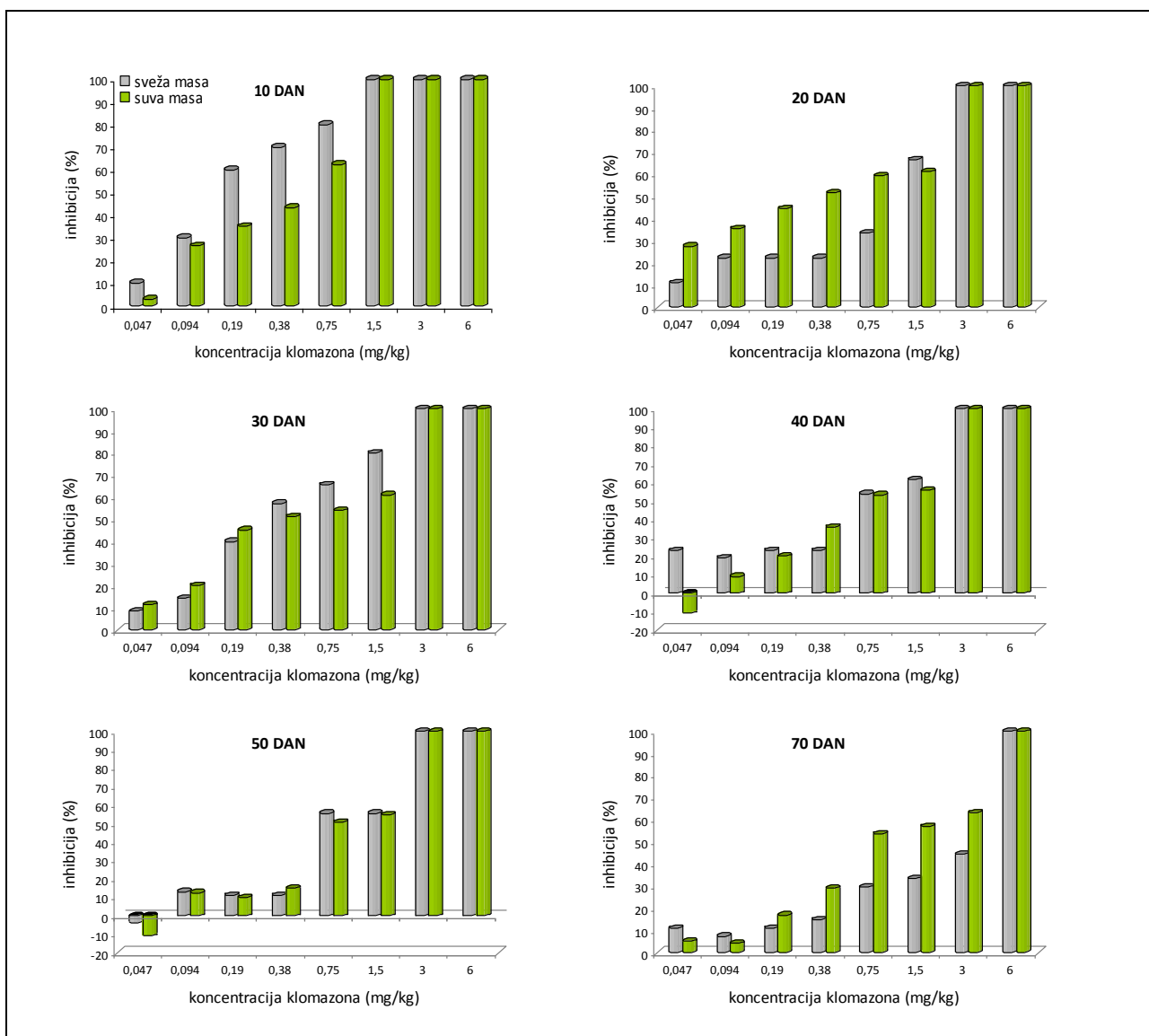
### 4.1.2.1. Vlažnost zemljišta 20% PVK

Uticaj ostataka klomazona u ilovači i peskuši, biotest metodom u kontrolisanim uslovima, praćen je 10, 20, 30, 40, 50 i 70 dana nakon primene (DNP) herbicida. Mereni su sveža i suva masa izdanka i sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u biljkama paradajza sa obzirom na to da je ova biljna vrsta pokazala najveću osetljivost na prisustvo klomazona u zemljištu.



**Graf. 19.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 20% PVK na svežu i suhu masu izdanka paradajza

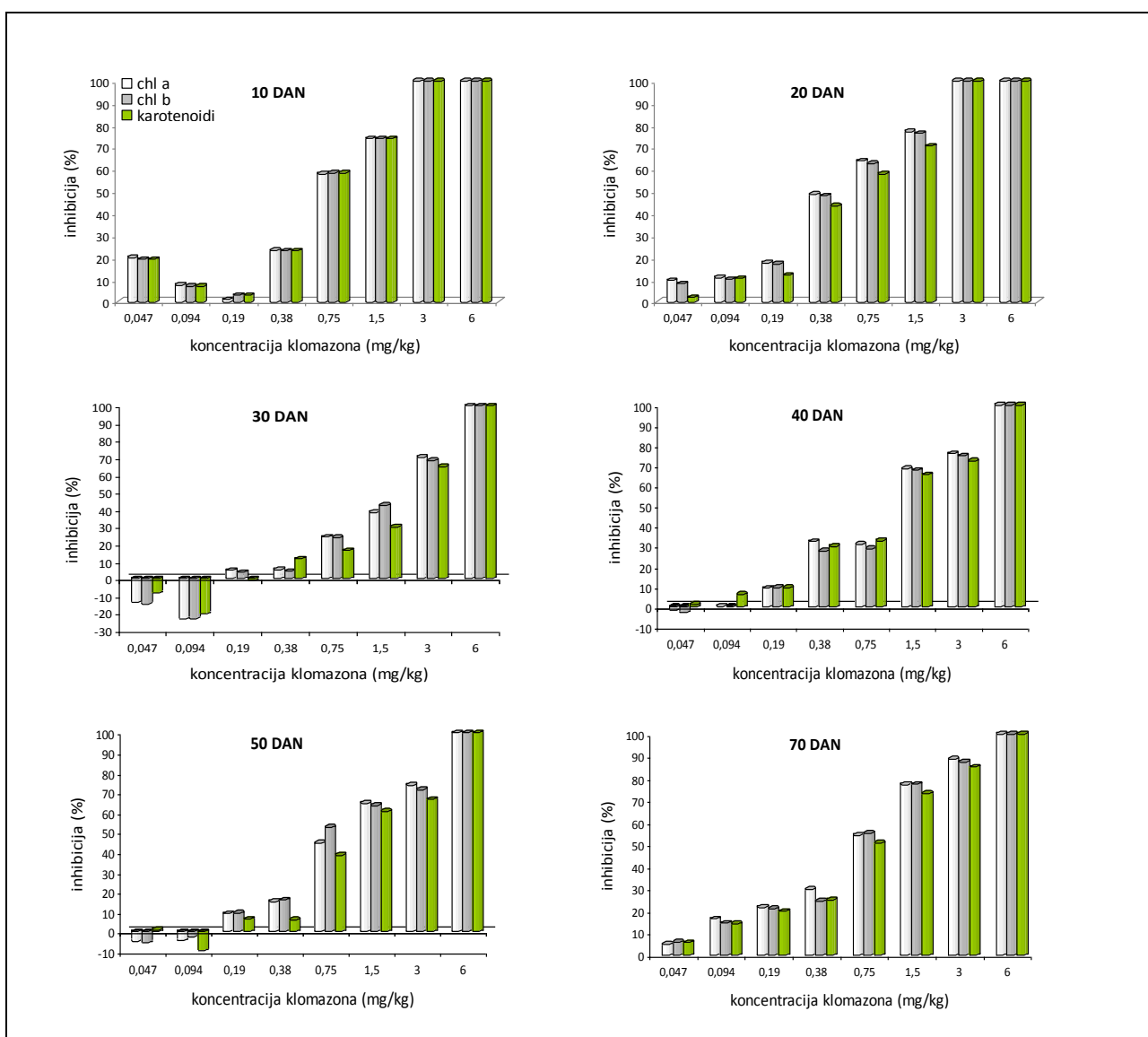
Najviša koncentracija klomazona (6 mg a.s./kg) 70 DNP u ilovastom zemljištu, izazvala je potpuno propadanje biljaka paradajza (Grafikon 19), dok je koncentracija od 3 mg a.s./kg imala isti efekat 20 DNP. Ista koncentracija imala je značajan uticaj (>60%) na smanjenje vegetativnih parametara biljaka paradajza nakon 30, ali i 70 dana od aplikacije herbicida. Sledeće dve niže koncentracije (0,75 – 1,5 mg a.s./kg) nakon 20 dana degradacije uticale su na smanjenje sveže (50,00 – 63,64%) i suve mase izdanka (51,05 – 73,87%), da bi 30 – 70 dana kasnije klomazona u koncentracijama <0,75 mg a.s./kg imao nikakav ili inhibitorni efekat niži od 36%.



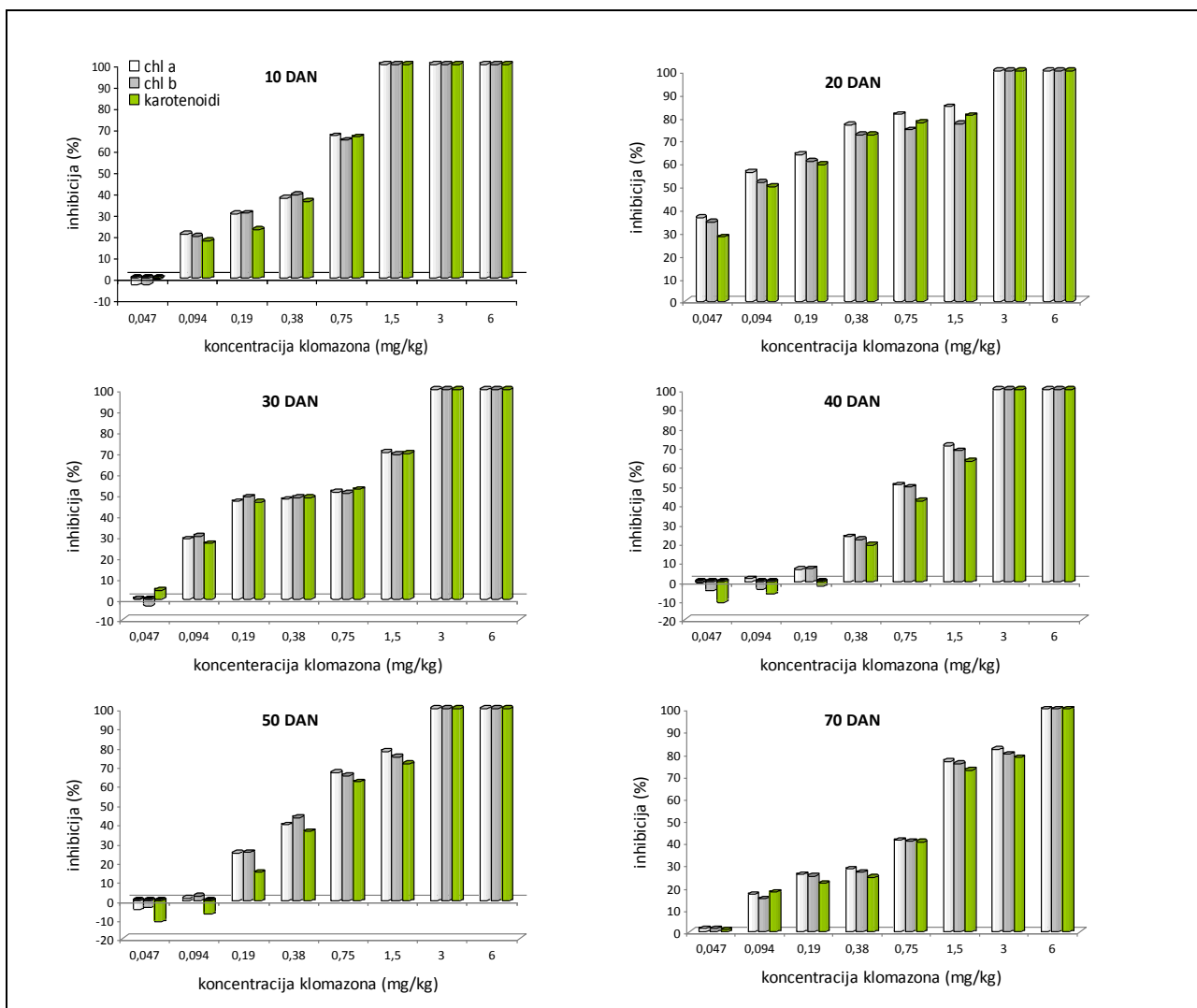
**Graf. 20.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 20% PVK na svežu i suhu masu izdanka paradajza



Biljke paradajza koje su gajene u peskuši (Grafikon 20), ispoljile su veći stepen osetljivosti na ostatke klomazona jer je koncentracija od 3 mg a.s./kg dovela do uvenuća biljaka i 50 DNP, dok je duplo manja koncentracija ovog herbicida imala isti efekat posle 10 dana degradacije. Međutim, 70 DNP propadanje biljaka zabeleženo je samo na najvišoj koncentraciji, dok je za koncentracije od 0,047 do 3 mg a.s./kg inhibicija sveže mase bila 7,41 - 44,44%, da bi osetljivost suve mase izdanka u odnosu na kontrolne biljke bila nešto izraženija (4,15 – 63,32%).



**Graf. 21.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 20% PVK na sadržaj pigmenata u biljkama paradajza



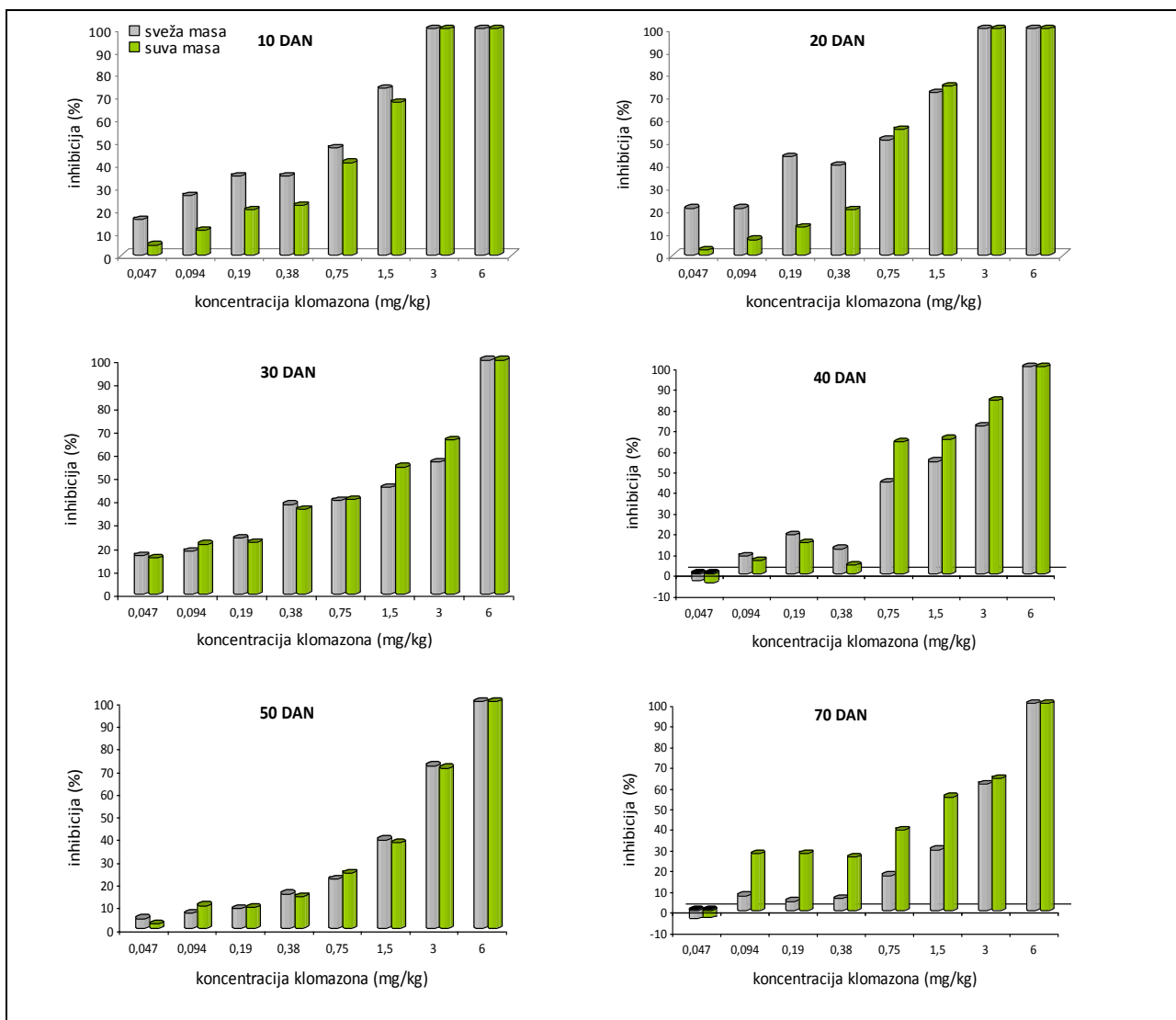
**Graf. 22.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 20% PVK na sadržaj pigmenata u biljkama paradajza

Klomazon primenjen u različitim koncentracijama izazvao je izbeljivanje listova i promene sadržaja pigmenata u biljkama paradajza gajenim u oba tipa zemljišta (Grafikoni 21 i 22). Dobijeni rezultati pokazuju da se vrednosti inhibicije za sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida međusobno bitno ne razlikuju, ali da su tip zemljišta i dužina perioda degradacije imali uticaja. Tako je 10 DNP koncentracija od 1,5 mg a.s./kg u peskovitom zemljištu izazvala potpuno propadanje, dok je u ilovači konstatovano smanjenje sadržaja sva tri pigmenta od 74%. Stepenn redukcije pigmenata, u peskovitom zemljištu, pod uticajem koncentracije 0,75 mg a.s./kg 10 DNP, bio je 64,41 – 66,51%, a u ilovastom zemljištu 57,99 – 58,45%. Međutim, 70 DNP

koncentracija klomazona od 1,5 mg a.s./kg ispoljila je vrlo sličan inhibitorni efekat u oba tipa zemljišta: 72,68 – 76,52% za peskušu, odnosno 73,07 – 77,04% za ilovaču, dok je za upola nižu koncentraciju (0,75 mg a.s./kg) smanjenje sadržaja pigmenata u peskuši bilo 40,29 – 41,16%, a u ilovači 50,63 – 55,10%.

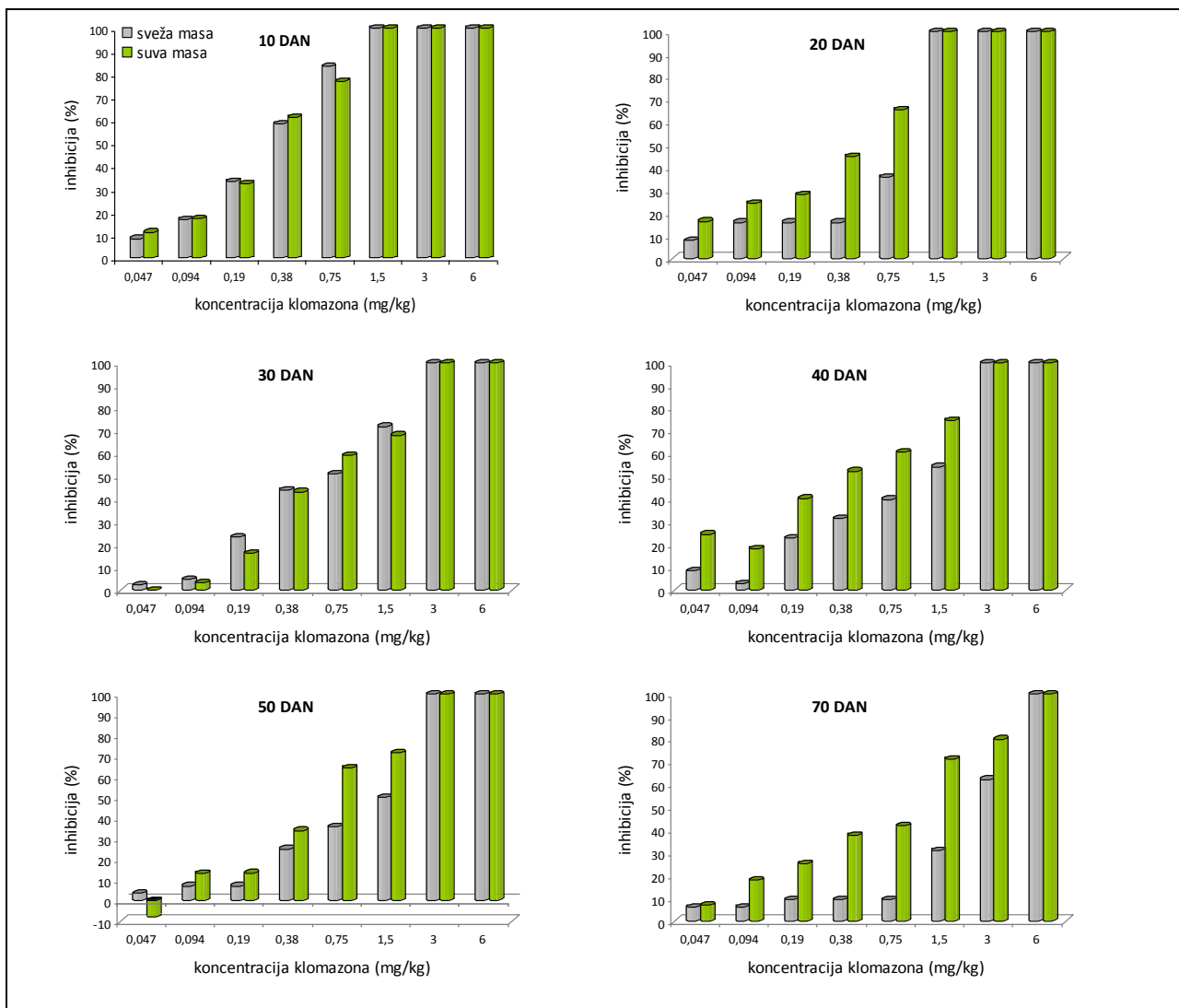
#### 4.1.2.2. Vlažnost zemljišta 50% PVK

U ilovači, (Grafikon 23) kada je vlažnost zemljišta održavana na 50% PVK, koncentracije od 3 i 6 mg a.s./kg, 10 i 20 DNP prouzrokovale su uvenuće biljka paradajza, dok je 30 – 70 DNP



**Graf. 23.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 50% PVK na svežu i suhu masu izdanka paradajza

ovaj efekat izazvala samo najviša koncentracija klomazona. U početnim danima degradacije, sveža masa izdanka je ispoljila nešto izraženiji stepen osetljivosti nego suva masa, te su za koncentracije 0,047 – 1,5 mg a.s./kg 10 i 20 DNP, izračunate redukcije bile 15,79 – 73,68% za svežu, a 2,21 – 74,61% za suhu masu izdanka, dok je 70 DNP za isti raspon koncentracija, zabeležena daleko veća redukcija suve mase ( $\leq 54,89\%$ ) nego sveže mase izdanka ( $\leq 29,17\%$ ).

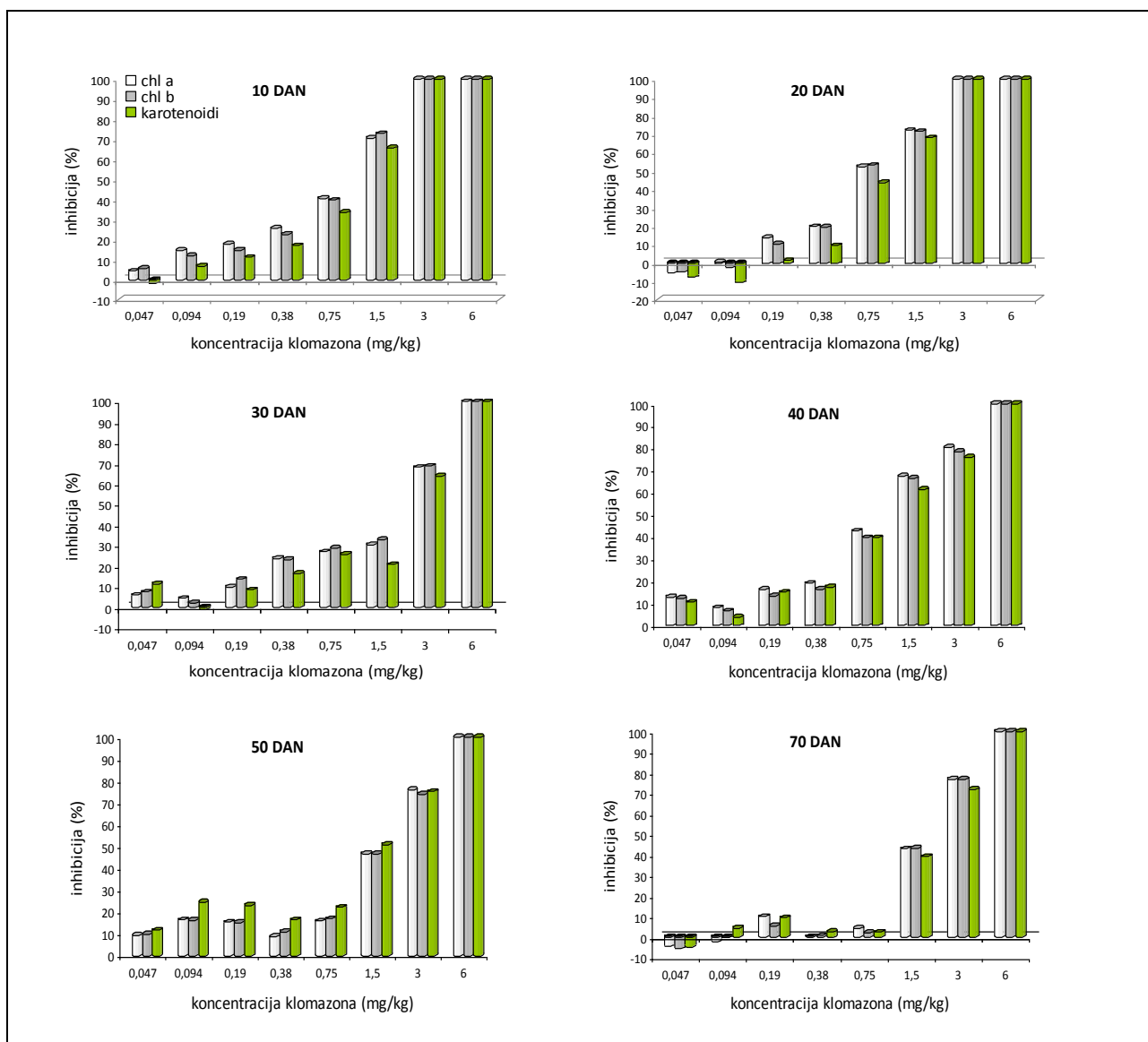


**Graf. 24.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 50% PVK na svežu i suhu masu izdanka paradajza

Koncentracije 1,5 – 6 mg a.s./kg, 10 i 20 DNP u peskuši (Grafikon 24) izazvale su izbeljivanje i potpuno sušenje biljaka, 30 – 50 DNP totalna inhibicija porasta utvrđena je za

koncentracije 3 i 6 mg a.s./kg, dok je 70 DNP ovakav uticaj zadržala samo najviša koncentracija klomazona. Takođe, zabeleženo je da je pod uticajem koncentracija  $\leq 1,5$  mg a.s./kg, 40–70 DNP ostvarena značajno veća redukcija suve (7,07 – 74,74%) nego sveže mase izdanka paradajza (3,57 – 54,29%).

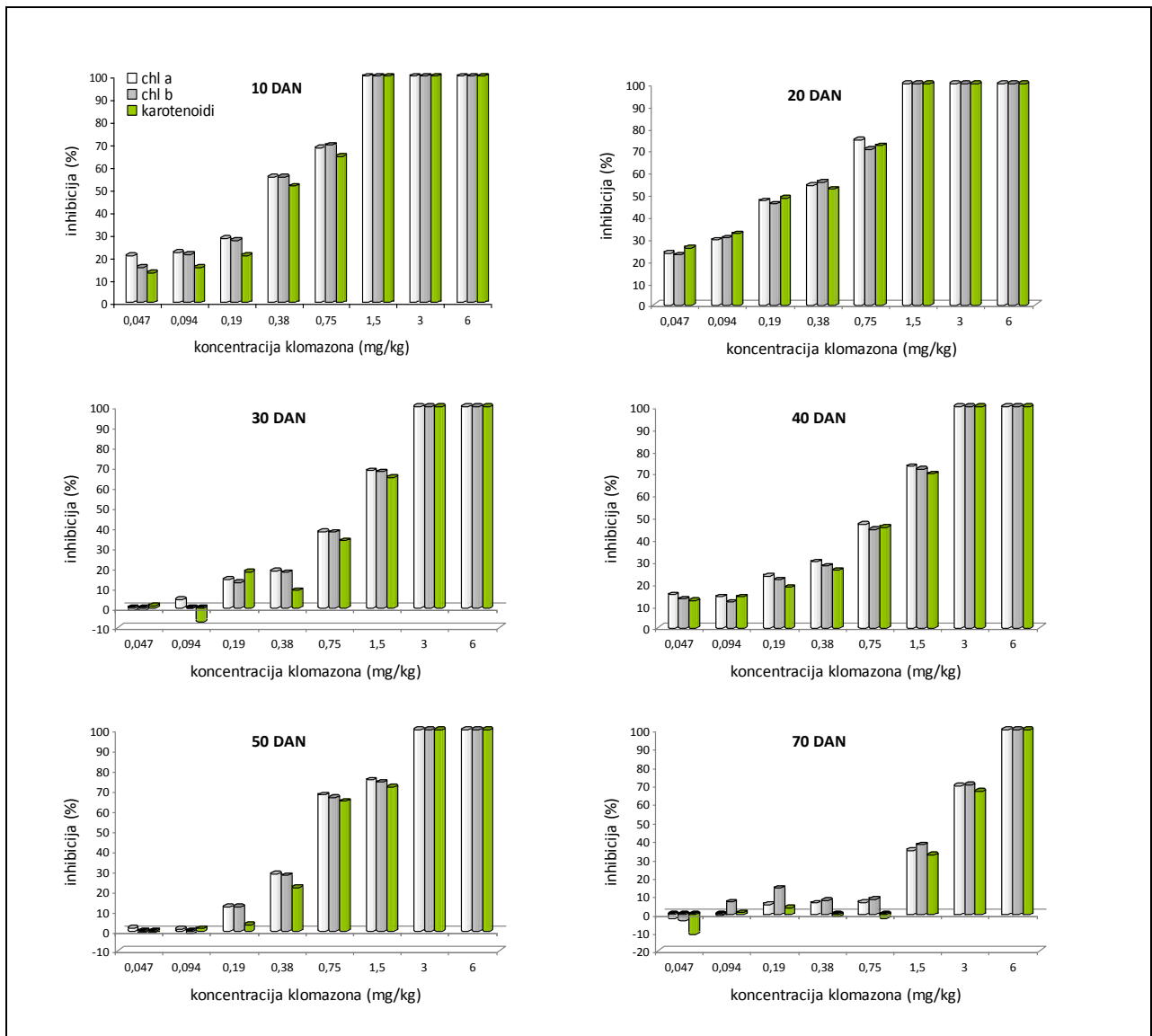
U ilovastom zemljištu (Grafikon 25), osim dve najviše (3 i 6 mg a.s./kg) i koncentracija klomazona od 1,5 mg a.s./kg 10 i 20 DNP značajno je smanjila sadržaj pigmentata (65,72 – 72,99%), dok je 50 i 70 DNP stepen inhibicije bio 39,13 – 50,85%.



**Graf. 25.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 50% PVK na sadržaj pigmentata u biljkama paradajza

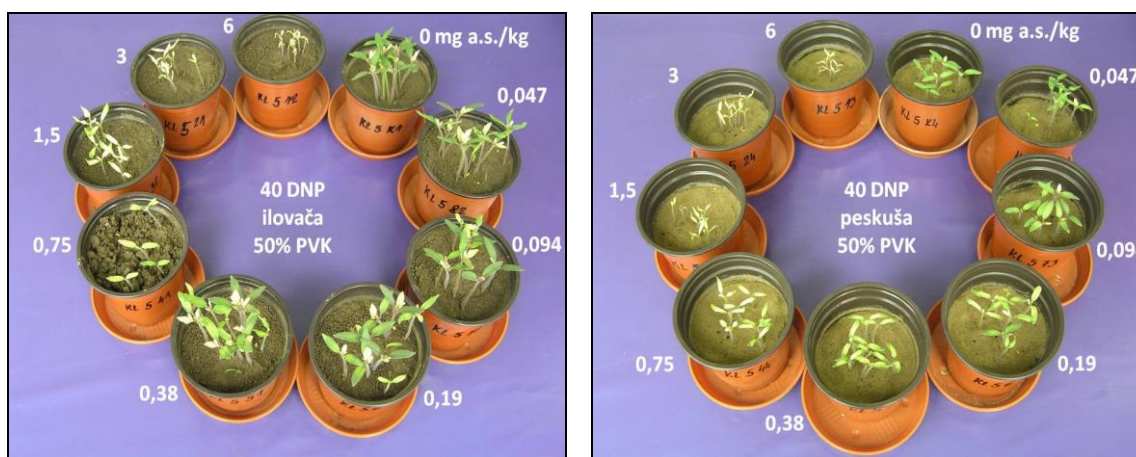
Upola niža koncentracija (0,75 mg a.s./kg) 10 i 20 DNP imala je uticaja na smanjenje fizioloških parametara u opsegu 33,64 – 53,24%, da bi 50 dana posle primene herbicida redukcija bila <25%, a 70 DNP manja od 10%.

Koncentracije klomazona 1,5 – 6 mg a.s./kg 10 i 20 DNP u peskovitom zemljištu, kada je vlažnost održavana na 50% PVK, izazvale su potpuno propadanje biljka, dok su koncentracije od 0,38 i 0,75 mg a.s./kg izazvale smanjenje sadržaja pigmenata veće od 50% (Grafikon 26).



**Graf. 26.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 50% PVK na sadržaj pigmenata u biljkama paradajza

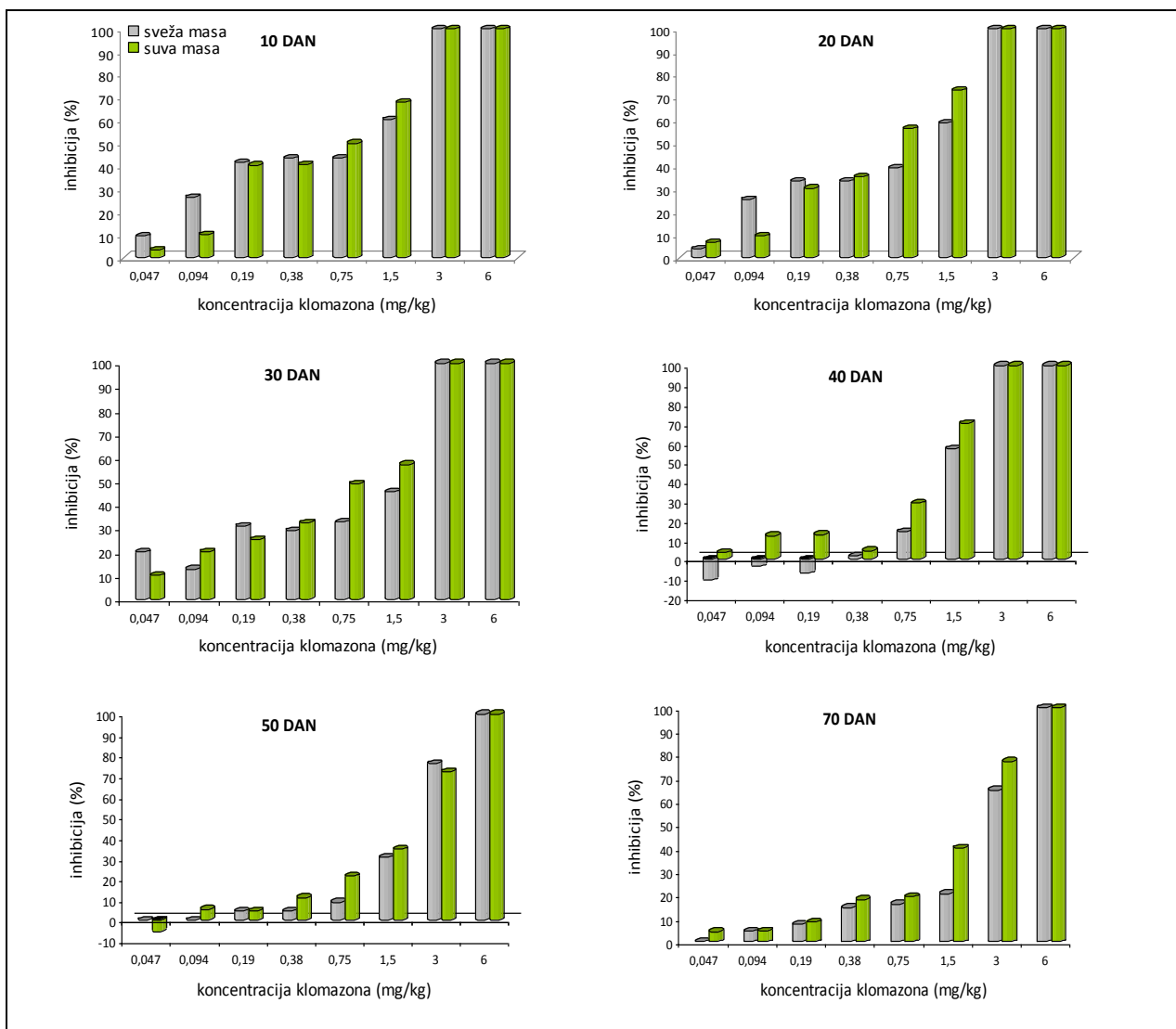
Nešto niži, ali i dalje vrlo značajan (>70%) uticaj na fiziološke parametre zadržala je koncentracija od 1,5 mg a.s./kg 30, odnosno 40 (Slika 6) i 50 DNP, ali je 70 dana posle aplikacije klomazona smanjenje sadržaja pigmenata bilo 32,09 – 37,60% u odnosu na kontrolne biljke. Takođe, koncentracije  $\leq 0,38$  mg a.s./kg već 30 DNP izazvale su smanjenje sadržaja pigmenata manje od 30%, da bi 70 DNP ostvarenaredukcija bila manja od 15% ili je nije bilo.



**Slika 6.** Uticaj različitih koncentracija klomazona 40 dana nakon primene u ilovači (levo) i peskuši (desno) vlažnosti 50% PVK na biljke paradajza

#### 4.1.2.3. Vlažnost zemljišta 70% PVK

U ilovastom zemljištu, 10 – 40 DNP klomazon u koncentracijama 3 i 6 mg a.s./kg prouzrokovao je propadanje paradajza, dok je 50 i 70 DNP potpuni inhibitorsni efekat zadržala samo koncentracija 6 mg a.s./kg. Suva masa izdanka pokazala je veću osetljivost na ostatke klomazona (Grafikon 27). U koncentraciji 1,5 mg a.s./kg 10 – 40 DNP klomazon je imao inhibitorsni efekat na svežu masu u opsegu 45,45 – 60,38%, odnosno na suhu masu 57,05 – 73,13%, dok je 50 i 70 DNP redukcija sveže mase bila 20,59 – 30,43%, a suve mase 34,31-40,04%. Takođe, smanjenje sveže (32,73 – 43,40%) i suve mase izdanka (48,96 – 56,39%) izazvala je i koncentracija 0,75 mg a.s./kg 10 – 30 DNP, dok su sve koncentracije  $\leq 0,75$  mg a.s./kg 40- 70 DNP imale znatno manji uticaj na svežu (<16,18%), odnosno suhu masu izdanka paradajza (<28,86%).

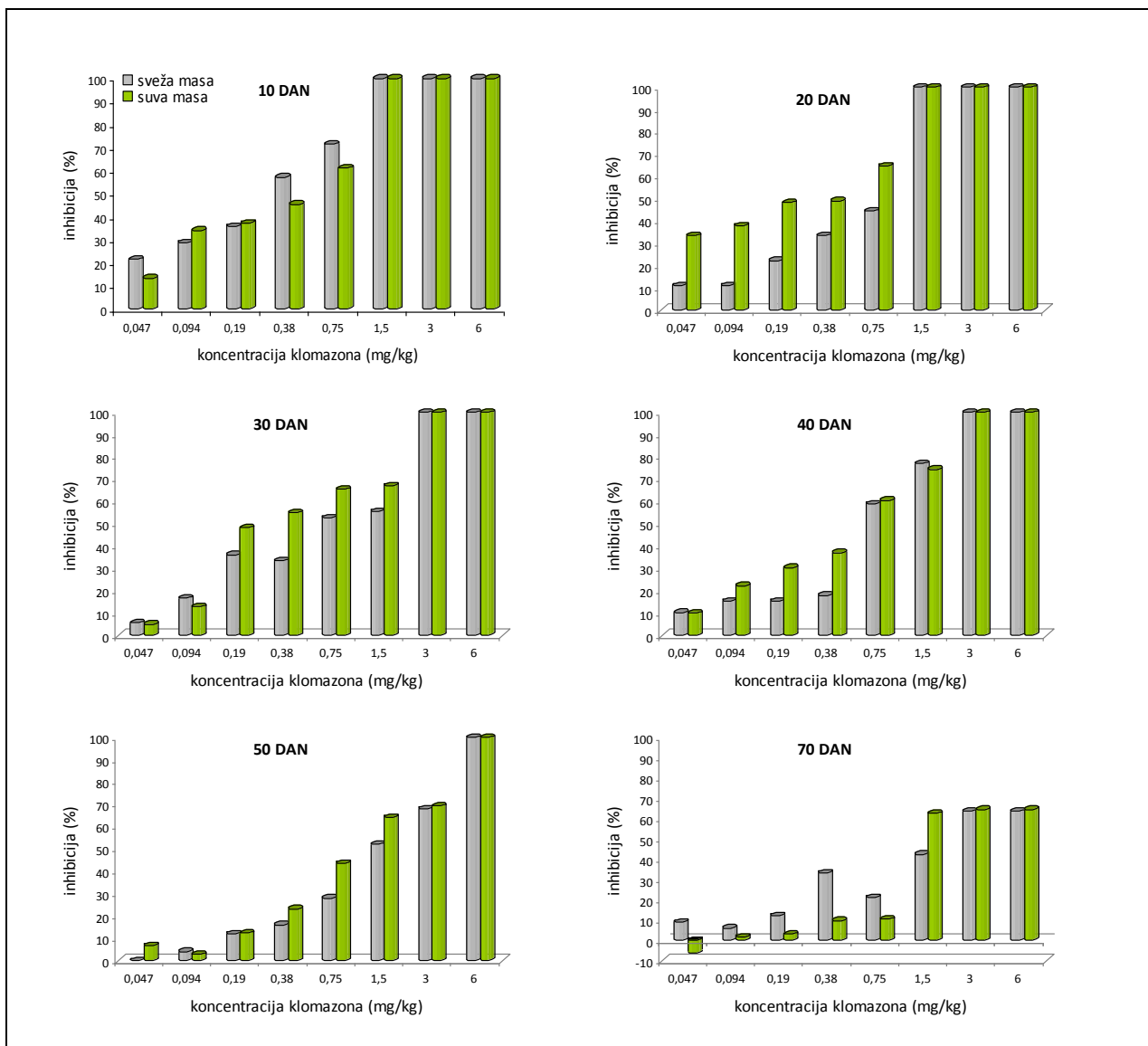


**Graf. 27.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 70% PVK na svežu i suhu masu izdanka paradajza

Klomazon u koncentracijama 1,5 – 6 mg a.s./kg 10 – 20 DNP u peskuši izazvao je uvenuće i propadanje paradajza, 30 – 40 DNP isti efekat imale su koncentracije 3 i 6 mg a.s./kg, da bi 50 DNP potpuni inhibitorni efekat imala samo najviša koncentracija (Grafikon 28). Kada su biljke gajene u peskovitom zemljištu 70 dana posle aplikacije klomazona u koncentracijama 1,5 – 6 mg a.s./kg, zabeleženo je smanjenje suve (62,53 – 64,46%) odnosno sveže mase izdanka (42,42 – 63,64%) u odnosu na kontrolne biljke. Veća redukcija suve mase zabeležena je i za



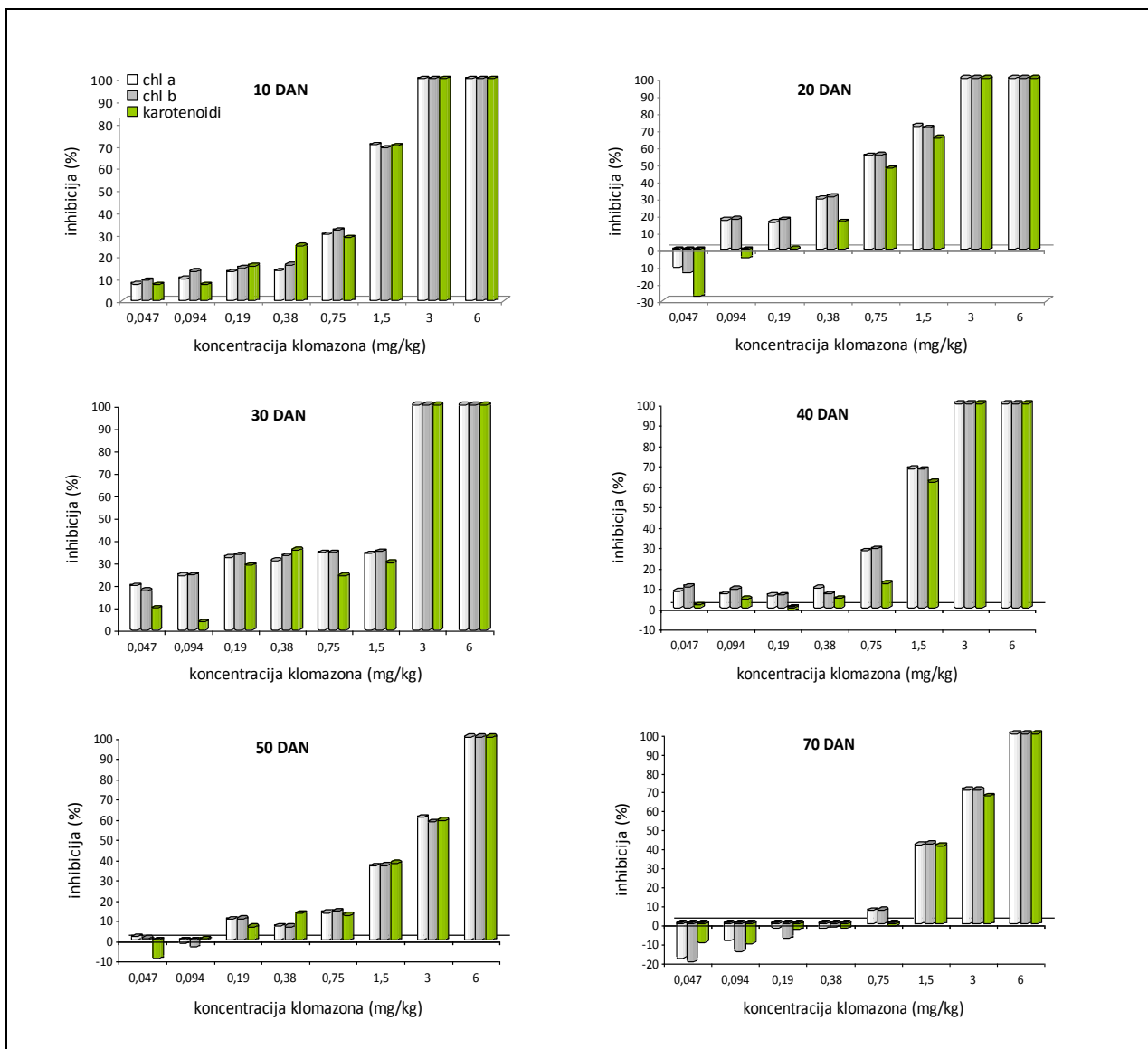
koncentracije 0,19 – 1,5 mg a.s./kg 30 i 40 DNP, dok su tri najniže koncentracije 50 odnosno 70 DNP imale zanemarljiv (<12,24%) ili nikakav uticaj na porast biljaka (Grafikon 28).



**Graf. 28.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 70% PVK na svežu i suhu masu izdanka paradajza

Smanjenje sadržaja pigmenta (hlorofila *a* i *b* i karotenoida) pod uticajem različitih koncentracija klomazona u ilovastom zemljištu sa 70% PVK bilo je prilično ujednačeno. Propadanje biljka pod uticajem dve najviše koncentracije klomazona zabeleženo je i nakon 40 dana degradacije, dok je posle 70 dana za to bilo potrebno 6 mg a.s./kg. Koncentracija od 3 mg

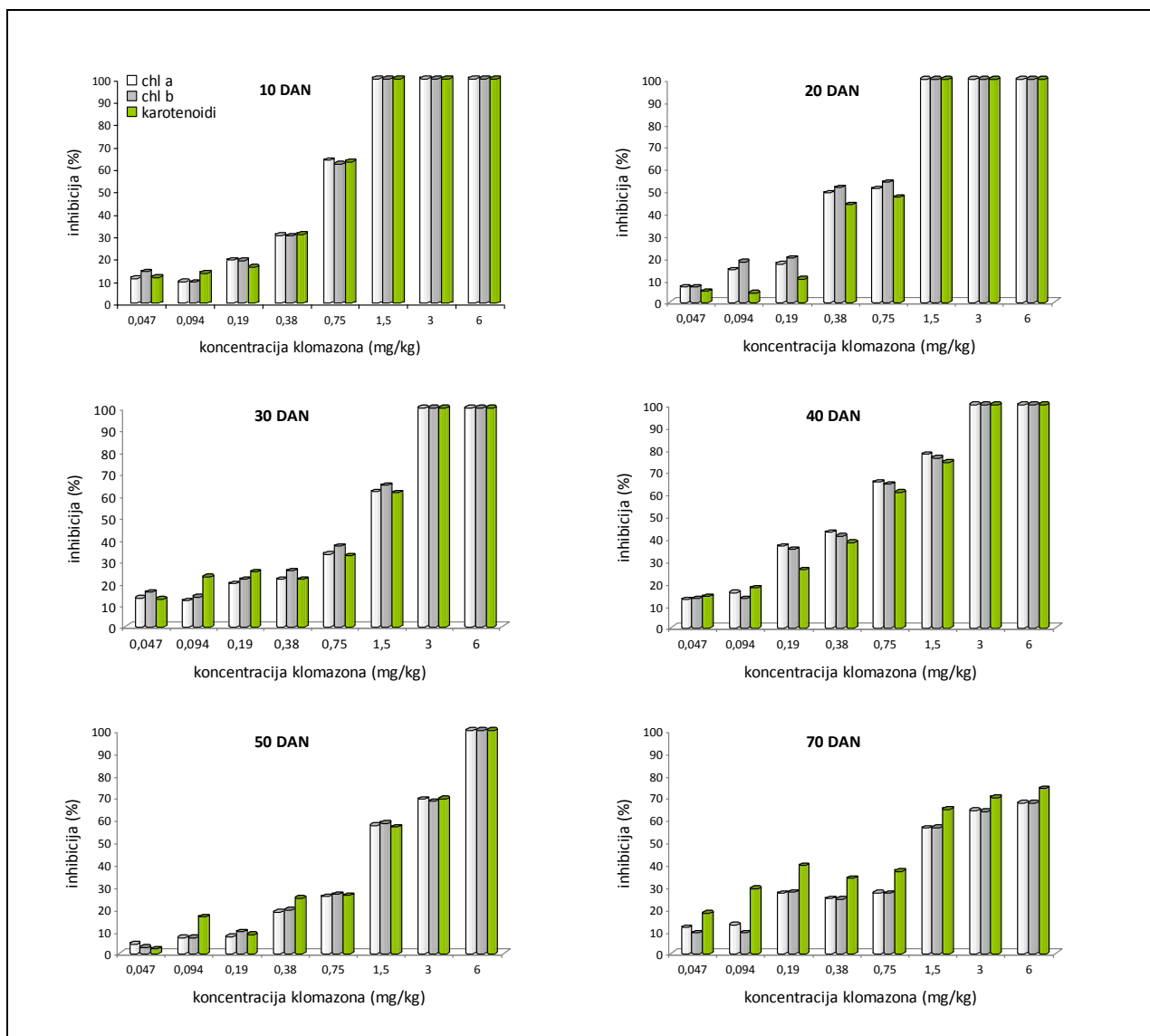
a.s./kg 50 – 70 DNP dovela je do smanjenja sadržaja pigmenata za 58,09 – 70,46%, dok su koncentracije  $\leq 0,75$  mg a.s./kg imale nikakav ili inhibitorni efekat niži od 14,04% (Grafikon 29).



**Graf. 29.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 70% PVK na sadržaj pigmenata u biljkama paradajza

Klomazon u koncentraciji od 1,5 mg a.s./kg u peskovitom zemljištu 10 i 20 DNP izazvao je potpuno propadanje biljaka, da bi 30 i 40 DNP zabeleženo smanjenje sadržaja pigmenata bilo u opsegu 61,43 – 77,83% (Grafikon 30). Sa druge strane, duplo veća koncentracija (3 mg a.s./kg) 10 – 40 DNP imala je stopostotni inhibitorni efekat, dok je 50 i 70 DNP redukcija sadržaja

pigmenata bila od 63,66 – 69,92%. Nakon 70 dana degradacije, za sve koncentracije, najveće smanjenje je zabeleženo za sadržaj karotenoida, te je za 6 mg a.s./kg bilo 74,03%, za 1,5 mg a.s./kg 64,74%, a za koncentracije  $\leq 0,75$  mg a.s./kg ispod 40%.



**Graf. 30.** Uticaj ostataka klomazona nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 70% PVK na sadržaj pigmenata u biljkama paradajza

Analizom podataka dobijenih merenjem vegetativnih i fizioloških parametara paradajza, utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika ( $p < 0,05$ ) u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta, različitih koncentracija klomazona, kao i interakcija ovih faktora u različitim periodima degradacije (Tabele 11-16).

Nakon deset dana degradacije, na osnovu trofaktorijalne analize varijanse i izračunatih vrednosti F-testa (Tabela 11) jasno se uočava visok stepen značajnosti sva tri faktora na svežu i suhu masu izdanka. Na promene u sadržaju hlorofila *a* i *b*, najveći uticaj ostvario je klomazon primenjen u različitim koncentracijama i tip zemljišta u kojem je gajen paradajz, dok su na sadržaj karotenoida najveći uticaj imali koncentracija herbicida i stepen vlažnosti zemljišta. Uticaji ostataka klomazona u različitim koncentracijama u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta za svaki posmatrani parametar prikazani su u tabelama P16-P20. I dvadeset dana posle primene klomazona, na statistički značajne promene svih parametara, najveći uticaj zadržali su tip zemljišta i koncentracija herbicida, dok za promene u sadržaju hlorofila *a* i *b* nisu utvrđene statističke značajnosti za vlažnost zemljišta (Tabela 12, Tabele P21-P25).

Uticaj ostataka klomazona nakon 30 dana degradacije na svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata prikazan je u tabelama P26-P30. Trofaktorijalnom analizom varijanse utvrđeno je da na vegetativne parametre vrlo značajno utiču tip zemljišta i klomazon u različitim koncentracijama, dok je na sadržaj pigmenata najveći uticaj imala koncentracija ispitivanog herbicida (Tabela 13). Statistička značajnost na nivou 95% utvrđena je i za preostale faktore i njihove interakcije. Takođe, i 40 dana posle primene klomazona, tip zemljišta u kojem su gajene biljke značajno je uticao na svežu i suhu masu izdanka paradajza, dok su za fiziološke parametre dobijene visoke vrednosti F-testa istakle značajnost koncentracije klomazona (Tabela 14). Statistička značajnost razlika merenih parametara prikazana je u tabelama P31-P35.

Analizom podataka utvrđeno je da tip zemljišta nakon 50 dana degradacije klomazona nije imao statistički značajan uticaj ( $p > 0,05$ ) na sadržaj pigmenata u listovima paradajza (Tabela 15). Takođe, na nivou značajnosti 95%, interakcija vlažnosti zemljišta i koncentracije klomazona nije imala uticaja na svežu masu izdanka, dok je vrlo visoka vrednost F-testa zabeležena za tip zemljišta. Najveći uticaj na sadržaj pigmenata i suhu masu izdanka imali su ostaci klomazona u različitim koncentracijama. Statistička značajnost ispoljenih razlika za sve parametare određena je pomoću Tukey testa i prikazana je u tabelama P36-P40.

**Tabela 11.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka klomazona nakon 10 dana degradacije na svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

Faktor	sveža masa		sua masa		hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoidi	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	1317,51	0,000000	899,77	0,000000	305,70	0,000000	269,65	0,000000	50,56	0,000000
klomazon (koncentracija)	1334,38	0,000000	4649,42	0,000000	656,48	0,000000	689,25	0,000000	607,58	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	336,81	0,000000	1499,96	0,000000	40,01	0,000000	38,07	0,000000	271,85	0,000000
zemljište x klomazon	55,98	0,000000	97,41	0,000000	15,19	0,000000	15,11	0,000000	14,44	0,000000
zemljište x vl. zemljišta	45,59	0,000000	59,31	0,000000	52,61	0,000000	54,43	0,000000	87,30	0,000000
klomazon x vl. zemljišta	20,22	0,000000	107,34	0,000000	4,28	0,000000	4,14	0,000000	14,03	0,000000
zemlj. x klomazon x vl.zemlj.	10,65	0,000000	38,60	0,000000	6,96	0,000000	6,99	0,000000	5,29	0,000000

**Tabela 12.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka klomazona nakon 20 dana degradacije na svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

Faktor	sveža masa		sua masa		hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoidi	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	1152,58	0,000000	1941,63	0,000000	1116,29	0,000000	1036,10	0,000000	709,26	0,000000
klomazon (koncentracija)	607,33	0,000000	1188,97	0,000000	877,55	0,000000	911,64	0,000000	675,36	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	138,70	0,000000	192,52	0,000000	2,31	0,101004	1,22	0,297866	13,39	0,000003
zemljište x klomazon	55,32	0,000000	98,08	0,000000	54,30	0,000000	53,46	0,000000	37,39	0,000000
zemljište x vl. zemljišta	21,88	0,000000	24,00	0,000000	86,96	0,000000	64,55	0,000000	33,84	0,000000
klomazon x vl. zemljišta	11,37	0,000000	23,83	0,000000	6,34	0,000000	5,76	0,000000	6,69	0,000000
zemlj. x klomazon x vl.zemlj.	4,88	0,000000	3,28	0,000031	11,17	0,000000	10,99	0,000000	6,09	0,000000

**Tabela 13.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka klomazona nakon 30 dana degradacije na svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

Faktor	sveža masa		suvu masa		hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoidi	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	555,19	0,000000	329,596	0,000000	129,65	0,000000	97,44	0,000000	42,02	0,000000
klomazon (koncentracija)	394,12	0,000000	421,239	0,000000	641,80	0,000000	608,76	0,000000	373,46	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	37,53	0,000000	56,485	0,000000	55,22	0,000000	50,53	0,000000	42,09	0,000000
zemljište x klomazon	11,45	0,000000	6,856	0,000000	13,95	0,000000	12,42	0,000000	13,55	0,000000
zemljište x vl. zemljišta	3,55	0,030032	51,366	0,000000	21,11	0,000000	21,70	0,000000	6,95	0,001141
klomazon x vl. zemljišta	5,36	0,000000	9,331	0,000000	6,55	0,000000	6,61	0,000000	4,31	0,000000
zemlj. x klomazon x vl.zemlj.	5,70	0,000000	9,488	0,000000	7,10	0,000000	7,56	0,000000	3,83	0,000002

**Tabela 14.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka klomazona nakon 40 dana degradacije na svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

Faktor	sveža masa		suvu masa		hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoidi	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	641,477	0,000000	664,080	0,000000	278,04	0,000000	233,88	0,000000	69,49	0,000000
klomazon (koncentracija)	274,125	0,000000	430,273	0,000000	1248,84	0,000000	1122,90	0,000000	589,56	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	83,876	0,000000	203,288	0,000000	20,20	0,000000	13,48	0,000003	5,91	0,003085
zemljište x klomazon	17,745	0,000000	31,768	0,000000	11,08	0,000000	11,43	0,000000	5,66	0,000001
zemljište x vl. zemljišta	4,024	0,018965	10,895	0,000028	45,42	0,000000	27,24	0,000000	18,27	0,000000
klomazon x vl. zemljišta	7,016	0,000000	16,467	0,000000	3,83	0,000002	3,58	0,000007	2,25	0,004469
zemlj. x klomazon x vl.zemlj.	2,544	0,001131	4,082	0,000001	8,60	0,000000	6,77	0,000000	4,38	0,000000

**Tabela 15.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka klomazona nakon 50 dana degradacije na svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

Faktor	sveža masa		suvu masa		hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoidi	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	1349,26	0,000000	198,91	0,000000	0,33	0,564642	0,16	0,690425	0,066	0,796931
klomazon (koncentracija)	419,26	0,000000	514,49	0,000000	662,49	0,000000	596,04	0,000000	288,121	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	5,68	0,003824	147,47	0,000000	118,65	0,000000	117,68	0,000000	77,627	0,000000
zemljište x klomazon	27,68	0,000000	10,78	0,000000	25,77	0,000000	23,07	0,000000	10,970	0,000000
zemljište x vl. zemljišta	4,34	0,013959	33,32	0,000000	25,36	0,000000	22,64	0,000000	12,901	0,000004
klomazon x vl. zemljišta	1,51	0,095223	6,86	0,000000	11,48	0,000000	10,38	0,000000	5,030	0,000000
zemlj. x klomazon x vl.zemlj.	2,73	0,000455	9,10	0,000000	6,54	0,000000	6,47	0,000000	3,060	0,000093

**Tabela 16.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka klomazona nakon 70 dana degradacije na svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

Faktor	sveža masa		suvu masa		hlorofil <i>a</i>		hlorofil <i>b</i>		karotenoidi	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	1479,82	0,000000	1249,98	0,000000	8,10	0,004774	8,77	0,003341	0,903	0,342800
klomazon (koncentracija)	245,49	0,000000	352,39	0,000000	506,49	0,000000	460,22	0,000000	236,845	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	100,58	0,000000	384,87	0,000000	54,30	0,000000	44,72	0,000000	33,734	0,000000
zemljište x klomazon	48,25	0,000000	39,79	0,000000	7,09	0,000000	7,64	0,000000	2,668	0,007784
zemljište x vl. zemljišta	33,68	0,000000	101,62	0,000000	33,08	0,000000	31,37	0,000000	14,621	0,000001
klomazon x vl. zemljišta	3,75	0,000003	14,95	0,000000	12,37	0,000000	10,71	0,000000	4,714	0,000000
zemlj. x klomazon x vl.zemlj.	2,17	0,006297	8,75	0,000000	3,07	0,000090	2,62	0,000794	2,454	0,001728

Nakon 70 dana degradacije, sva tri faktora i njihove interakcije imali su statistički značajnog uticaja na promene posmatranih parametara, a kao jedini izuzetak izdvojio se tip zemljišta koji nije uticao na sadržaj karotenoida (Tabela 16). Statistička značajnost razlika vegetativnih i fizioloških parametara, za oba tipa zemljišta, sva tri nivoa vlažnosti i različite koncentracije klomazona prikazana je u tabelama P41-P45.

Za utvrđivanje zavisnosti vegetativnih i fizioloških parametara u odnosu na različite koncentracije klomazona u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, a nakon određenog perioda degradacije, korišćena je nelinearna regresija (3) na osnovu koje su izračunate  $EC_{50}$  vrednosti kao pokazatelj osetljivosti biljaka paradajza (Tabele 17-19).

**Tabela 17.** Vrednosti efektivnih koncentracija klomazona ( $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  i  $EC_{50}$ ) nakon 10 dana degradacije za svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

zemlj	PVK (%)	EC mg a.s./kg	mereni parametar				
			sveža masa	suva masa	hlorofil <i>a</i>	hlorofil <i>b</i>	karotenoidi
ilovača	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,11</b> $\pm 0,03$	<b>0,08</b> $\pm 0,03$	<b>0,22</b> $\pm 0,06$	<b>0,21</b> $\pm 0,06$	<b>0,21</b> $\pm 0,06$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,32</b> $\pm 0,05$	<b>0,27</b> $\pm 0,05$	<b>0,45</b> $\pm 0,07$	<b>0,44</b> $\pm 0,07$	<b>0,44</b> $\pm 0,07$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,63</b> $\pm 0,08$	<b>0,59</b> $\pm 0,08$	<b>0,70</b> $\pm 0,09$	<b>0,69</b> $\pm 0,08$	<b>0,69</b> $\pm 0,09$
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,05</b> $\pm 0,02$	<b>0,19</b> $\pm 0,05$	<b>0,17</b> $\pm 0,05$	<b>0,22</b> $\pm 0,05$	<b>0,35</b> $\pm 0,06$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,19</b> $\pm 0,05$	<b>0,46</b> $\pm 0,07$	<b>0,44</b> $\pm 0,07$	<b>0,49</b> $\pm 0,06$	<b>0,67</b> $\pm 0,07$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,48</b> $\pm 0,10$	<b>0,81</b> $\pm 0,10$	<b>0,77</b> $\pm 0,10$	<b>0,81</b> $\pm 0,09$	<b>1,01</b> $\pm 0,08$
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,04</b> $\pm 0,02$	<b>0,07</b> $\pm 0,03$	<b>0,38</b> $\pm 0,08$	<b>0,32</b> $\pm 0,08$	<b>0,27</b> $\pm 0,08$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,18</b> $\pm 0,06$	<b>0,23</b> $\pm 0,06$	<b>0,69</b> $\pm 0,08$	<b>0,64</b> $\pm 0,09$	<b>0,58</b> $\pm 0,09$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,49</b> $\pm 0,13$	<b>0,52</b> $\pm 0,10$	<b>1,00</b> $\pm 0,10$	<b>0,97</b> $\pm 0,12$	<b>0,93</b> $\pm 0,12$
peskuša	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,03</b> $\pm 0,01$	<b>0,06</b> $\pm 0,04$	<b>0,08</b> $\pm 0,03$	<b>0,09</b> $\pm 0,03$	<b>0,13</b> $\pm 0,03$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,09</b> $\pm 0,02$	<b>0,21</b> $\pm 0,08$	<b>0,21</b> $\pm 0,04$	<b>0,23</b> $\pm 0,04$	<b>0,28</b> $\pm 0,04$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,18</b> $\pm 0,03$	<b>0,47</b> $\pm 0,17$	<b>0,39</b> $\pm 0,06$	<b>0,40</b> $\pm 0,06$	<b>0,46</b> $\pm 0,05$
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,08</b> $\pm 0,01$	<b>0,07</b> $\pm 0,02$	<b>0,05</b> $\pm 0,02$	<b>0,06</b> $\pm 0,02$	<b>0,08</b> $\pm 0,02$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,18</b> $\pm 0,02$	<b>0,18</b> $\pm 0,02$	<b>0,16</b> $\pm 0,03$	<b>0,16</b> $\pm 0,03$	<b>0,20</b> $\pm 0,03$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,31</b> $\pm 0,02$	<b>0,32</b> $\pm 0,03$	<b>0,31</b> $\pm 0,04$	<b>0,31</b> $\pm 0,04$	<b>0,37</b> $\pm 0,05$
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,04</b> $\pm 0,02$	<b>0,04</b> $\pm 0,03$	<b>0,17</b> $\pm 0,04$	<b>0,17</b> $\pm 0,04$	<b>0,18</b> $\pm 0,04$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>0,15</b> $\pm 0,04$	<b>0,19</b> $\pm 0,09$	<b>0,34</b> $\pm 0,04$	<b>0,34</b> $\pm 0,05$	<b>0,35</b> $\pm 0,05$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>0,37</b> $\pm 0,11$	<b>0,51</b> $\pm 0,08$	<b>0,51</b> $\pm 0,05$	<b>0,52</b> $\pm 0,06$	<b>0,53</b> $\pm 0,05$

Nakon deset dana degradacije, na osnovu izračunatih  $EC_{50}$  vrednosti, u odnosu na svežu masu izdanka najveći stepen osetljivosti ispoljile su biljke koje su gajene u peskuši sa 20% PVK, dok je u ilovači za isti efekat bilo potrebno tri i po puta više herbicida (tabela 17). Sa druge strane, najveće vrednosti  $EC_{50}$  zabeležene su za sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u listovima



paradajza u ilovastom zemljištu sa visokim procentom vlage (70 % PVK), da bi u peskuši, iste vlažnosti, za iste parametre one bile dva puta manje.

Kod biljaka gajenih na oba tipa zemljišta posle 40 dana od aplikacije klomazona, najmanje osetljiv parametar bila je sveža masa izdanka, dok je suva masa izdanka pokazala veću osetljivost na ostatke klomazona u zemljištu (Tabela 18). Od praćenih fizioloških parametara, karotenoidi su ispoljili manju osetljivost prema ostacima klomazona nego hlorofil *a* i *b*. Takođe, uočava se da su za sve parametre EC<sub>50</sub> vrednosti više u ilovači nego u peskuši.

**Tabela 18.** Vrednosti efektivnih koncentracija klomazona (EC<sub>10</sub>, EC<sub>30</sub> i EC<sub>50</sub>) nakon 40 dana degradacije za svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmenata u listovima paradajza

zemlj	PVK (%)	EC mg a.s./kg	mereni parametar				
			sveža masa	suva masa	hlorofil <i>a</i>	hlorofil <i>b</i>	karotenoidi
ilovača	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,38</b> ±0,09	<b>0,51</b> ±0,19	<b>0,20</b> ±0,06	<b>0,19</b> ±0,05	<b>0,18</b> ±0,05
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,79</b> ±0,11	<b>0,86</b> ±0,19	<b>0,53</b> ±0,08	<b>0,53</b> ±0,08	<b>0,52</b> ±0,08
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>1,25</b> ±0,14	<b>1,19</b> ±0,21	<b>0,99</b> ±0,13	<b>1,00</b> ±0,12	<b>1,03</b> ±0,12
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,20</b> ±0,06	<b>0,22</b> ±0,08	<b>0,17</b> ±0,04	<b>0,20</b> ±0,05	<b>0,20</b> ±0,04
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,58</b> ±0,10	<b>0,50</b> ±0,11	<b>0,47</b> ±0,06	<b>0,54</b> ±0,07	<b>0,55</b> ±0,07
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>1,14</b> ±0,16	<b>0,83</b> ±0,14	<b>0,91</b> ±0,10	<b>0,99</b> ±0,10	<b>1,05</b> ±0,10
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,73</b> ±0,11	<b>0,47</b> ±0,08	<b>0,46</b> ±0,06	<b>0,46</b> ±0,08	<b>0,74</b> ±0,05
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,06</b> ±0,09	<b>0,77</b> ±0,08	<b>0,77</b> ±0,06	<b>0,78</b> ±0,07	<b>1,05</b> ±0,04
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>1,35</b> ±0,08	<b>1,05</b> ±0,09	<b>1,07</b> ±0,07	<b>1,07</b> ±0,08	<b>1,31</b> ±0,04
peskuša	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,09</b> ±0,05	<b>0,07</b> ±0,03	<b>0,23</b> ±0,03	<b>0,20</b> ±0,03	<b>0,21</b> ±0,05
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,32</b> ±0,09	<b>0,25</b> ±0,06	<b>0,48</b> ±0,04	<b>0,45</b> ±0,04	<b>0,47</b> ±0,06
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>0,67</b> ±0,15	<b>0,54</b> ±0,10	<b>0,76</b> ±0,05	<b>0,74</b> ±0,06	<b>0,79</b> ±0,08
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,15</b> ±0,06	<b>0,03</b> ±0,01	<b>0,11</b> ±0,04	<b>0,13</b> ±0,04	<b>0,15</b> ±0,04
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,44</b> ±0,10	<b>0,13</b> ±0,03	<b>0,32</b> ±0,06	<b>0,37</b> ±0,06	<b>0,39</b> ±0,07
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>0,84</b> ±0,15	<b>0,33</b> ±0,06	<b>0,64</b> ±0,10	<b>0,69</b> ±0,10	<b>0,72</b> ±0,10
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,18</b> ±0,05	<b>0,16</b> ±0,02	<b>0,15</b> ±0,01	<b>0,16</b> ±0,02	<b>0,17</b> ±0,02
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,41</b> ±0,06	<b>0,31</b> ±0,04	<b>0,28</b> ±0,03	<b>0,30</b> ±0,03	<b>0,33</b> ±0,03
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>0,67</b> ±0,08	<b>0,56</b> ±0,06	<b>0,50</b> ±0,04	<b>0,52</b> ±0,05	<b>0,59</b> ±0,06

I 70 DNP klomazona, najveće EC<sub>50</sub> vrednosti su utvrđene za svežu masu izdanka, osim u peskovitom zemljištu sa 70% PVK gde je namanju osetljivost pokazala suva masa izdanka (Tabela 19). Za promene u sadržaju hlorofila *a* i hlorofila *b* u listovima paradajza izračunate su vrlo bliske EC<sub>50</sub> vrednosti, koje su u ilovastom zemljištu, na sva tri nivoa vlažnosti, bile manje za

10 - 15% od EC<sub>50</sub> vrednosti za karotenoide, te se mogu smatrati osetljivijim pokazateljima prisustva ostataka klomazona u zemljištu. U peskuši, dobijene razlike su bile manje izražene.

**Tabela 19.** Vrednosti efektivnih koncentracija klomazona (EC<sub>10</sub>, EC<sub>30</sub> i EC<sub>50</sub>) nakon 70 dana degradacije za svežu i suhu masu izdanka i sadržaj pigmentata u listovima paradajza

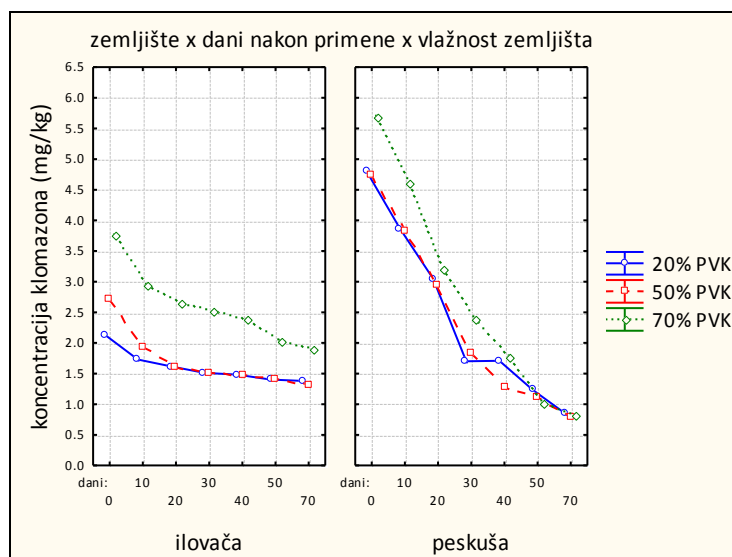
zemlj	PVK (%)	EC mg a.s./kg	mereni parametar				
			sveža masa	suva masa	hlorofil <i>a</i>	hlorofil <i>b</i>	karotenoidi
ilovača	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,23</b> ±0,07	<b>0,21</b> ±0,09	<b>0,11</b> ±0,03	<b>0,14</b> ±0,04	<b>0,13</b> ±0,03
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,67</b> ±0,12	<b>0,62</b> ±0,14	<b>0,38</b> ±0,06	<b>0,41</b> ±0,07	<b>0,45</b> ±0,08
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>1,30</b> ±0,18	<b>1,22</b> ±0,23	<b>0,83</b> ±0,16	<b>0,81</b> ±0,17	<b>1,00</b> ±0,23
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,59</b> ±0,15	<b>0,07</b> ±0,04	<b>0,69</b> ±0,12	<b>0,69</b> ±0,11	<b>0,72</b> ±0,14
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,25</b> ±0,18	<b>0,36</b> ±0,12	<b>1,19</b> ±0,12	<b>1,19</b> ±0,11	<b>1,27</b> ±0,14
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>2,00</b> ±0,23	<b>0,99</b> ±0,25	<b>1,68</b> ±0,13	<b>1,67</b> ±0,12	<b>1,82</b> ±0,17
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,96</b> ±0,22	<b>0,47</b> ±0,11	<b>0,38</b> ±0,11	<b>0,38</b> ±0,10	<b>0,64</b> ±0,12
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,64</b> ±0,21	<b>1,00</b> ±0,13	<b>0,87</b> ±0,14	<b>0,86</b> ±0,13	<b>1,19</b> ±0,13
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>2,30</b> ±0,24	<b>1,61</b> ±0,17	<b>1,45</b> ±0,19	<b>1,43</b> ±0,17	<b>1,75</b> ±0,15
peskuša	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,32</b> ±0,17	<b>0,11</b> ±0,04	<b>0,10</b> ±0,03	<b>0,11</b> ±0,03	<b>0,13</b> ±0,04
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,00</b> ±0,29	<b>0,41</b> ±0,09	<b>0,34</b> ±0,06	<b>0,36</b> ±0,06	<b>0,40</b> ±0,07
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>2,06</b> ±0,49	<b>0,94</b> ±0,16	<b>0,72</b> ±0,10	<b>0,76</b> ±0,10	<b>0,83</b> ±0,11
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>1,03</b> ±0,14	<b>0,08</b> ±0,02	<b>0,75</b> ±0,10	<b>0,62</b> ±0,16	<b>0,71</b> ±0,17
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>1,71</b> ±0,13	<b>0,29</b> ±0,05	<b>1,34</b> ±0,11	<b>1,20</b> ±0,18	<b>1,30</b> ±0,18
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>2,37</b> ±0,14	<b>0,69</b> ±0,09	<b>1,93</b> ±0,12	<b>1,82</b> ±0,21	<b>1,90</b> ±0,21
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>0,13</b> ±0,02	<b>0,68</b> ±0,08	<b>0,15</b> ±0,03	<b>0,16</b> ±0,03	<b>0,17</b> ±0,02
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>0,36</b> ±0,06	<b>0,85</b> ±0,07	<b>0,41</b> ±0,06	<b>0,43</b> ±0,07	<b>0,44</b> ±0,03
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>0,82</b> ±0,12	<b>0,98</b> ±0,08	<b>0,80</b> ±0,12	<b>0,82</b> ±0,12	<b>0,83</b> ±0,06

#### 4.1.3. Dinamika degradacije klomazona u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta (analitička metoda)

Stepen i brzina degradacije klomazona primenjenog u različitim koncentracijama u ilovači i peskuši, vlažnosti 20, 50 i 70% PVK, praćena je određivanjem količine ostataka herbicida u uzorcima zemljišta gasno-masenom spektrometrijom (GC-MS). Uzorci su uzimani neposredno nakon primene klomazona (3 sata), kao i 10, 20, 30, 40, 50 i 70 dana posle aplikacije.

U uzorcima zemljišta tipa ilovača sa 20% PVK, koji su analizirani odmah nakon primene najviše koncentracije klomazona (6 mg a.s./kg) utvrđeni sadržaj ostataka bio je 2,13 mg a.s./kg što čini svega 35,5% od početne količine aktivne supstance (Grafikon 31). Sa povećanjem vlažnosti zemljišta rastao je i nivo ostataka klomazona, te je u zemljištu sa 50% PVK bio 2,69 mg a.s./kg odnosno 44,9%, dok je u najvlažnijem zemljištu (70% PVK) izmereno 3,75 mg a.s./kg

(62,6%). Sa druge strane, u peskovitom zemljištu, bez obzira na stepen vlažnosti, količine ostataka klomazona bile su u opsegu 4,74 – 5,69 mg a.s./kg, a što je činilo od 79 do 94,8% od početne koncentracije klomazona.



**Graf. 31.** Dinamika degradacije klomazona koncentracije 6 mg a.s./kg u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta

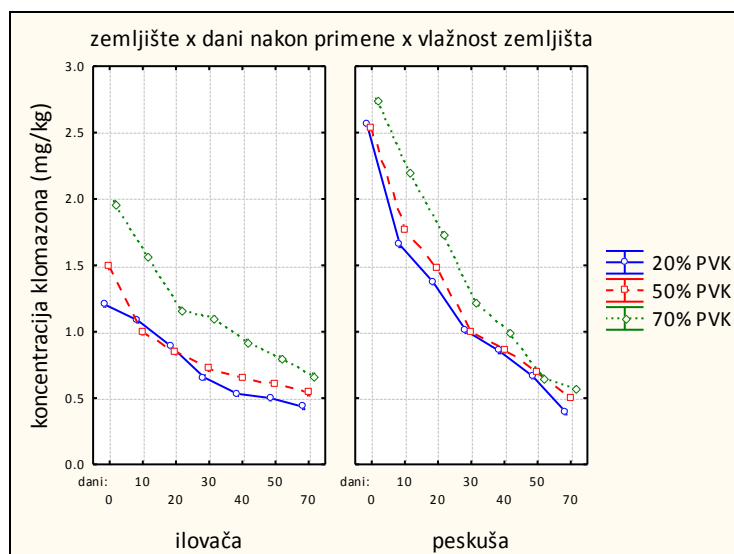
Za oba zemljišta izmerene količine ostataka klomazona su opadale u funkciji vremena, ali je dinamika degradacije bila izraženija u peskovitom zemljištu. Trideset dana posle primene klomazona, i u ilovači i u peskuši utvrđene su približno iste koncentracije ovog herbicida, pri čemu je nivo ostataka i dalje bio viši u zemljištima sa većim procentom vlage. Međutim, 70 DNP, u peskuši je na svim nivoima vlažnosti utvrđeni sadržaj klomazona od 0,79 do 0,84 mg a.s./kg (13,2 - 14%) bio znatno manji u poređenju sa ilovastim zemljištem gde se nivo ostataka klomazona kretao u opsegu 1,32 – 1,89 mg a.s./kg, odnosno 22 – 31,5% (Grafikon 31).

Na osnovu trofaktorijalne analize varijanse i izračunatih vrednosti F-testa (Tabela 20) jasno se uočava visok stepen značajnosti ( $p < 0,05$ ) sva tri faktora na dinamiku degradacije klomazona. Takođe, statistička značajnost na nivou 95%, utvrđena je i za interakcije sva tri faktora, pri čemu je najveći uticaj imala interakcija tipa zemljišta i broja proteklih dana od primene herbicida.

**Tabela 20.** Trofaktorijalna analiza varijanse degradacije klomazona 6 mg a.s./kg

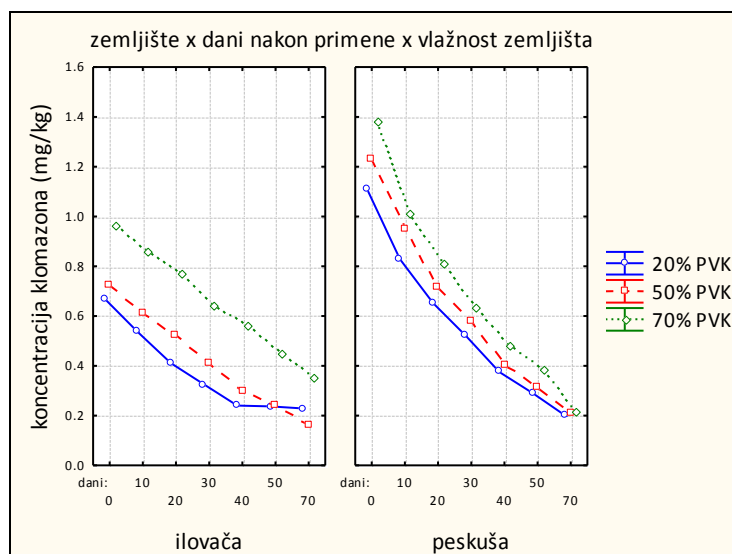
Faktor	F	p
zemljište (tip)	608,28	0,000000
dani nakon primene (DNP)	829,75	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	412,93	0,000000
zemljište x DNP	264,91	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	14,08	0,000000
DNP x vlažnost zemljišta	8,11	0,000000
zemljište x DNP x vlažnost zemljišta	4,91	0,000000

I za koncentracije 3 i 1,5 mg a.s./kg (Grafikoni 32 i 33), u početnim satima nakon primene, najmanji sadržaj ostataka klomazona bio je u ilovastom zemljištu vlažnosti 20% PVK 1,21 mg a.s./kg (40,2%), odnosno 0,67 mg a.s./kg (44,7%). Procenat vezivanja klomazona bio je manje izražen u ilovači sa većim sadržajem vlage, te su i utvrđene veće koncentracije ovog herbicida, 1,49 i 0,72 mg a.s./kg (49,6 i 48,2%) za vlažnost 50% PVK, i 1,97 i 0,96 mg a.s./kg (65,6 i 64,1%) za 70% PVK. U peskovitom zemljištu, i za ove koncentracije, na sva tri nivoa vlažnosti, količine ostataka klomazona bile su na znatno višim nivoima, 2,53 – 2,74 mg a.s./kg (84,4 – 91,3%), odnosno 1,11 – 1,38 mg a.s./kg (74,2 – 92,2%).



**Graf. 32.** Dinamika degradacije klomazona koncentracije 3 mg a.s./kg u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta

Degradacija klomazona za obe koncentracije (3 i 1,5 mg a.s./kg) je u oba tipa zemljišta i sva tri nivoa vlažnosti imala istu pravilnost kao i za najveću koncentraciju aktivne supstance, pri čemu su razlike između dinamike degradacije u peskuši i ilovači bile manje izražene.



**Graf. 33.** Dinamika degradacije klomazona koncentracije 1,5 mg a.s./kg u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta

Nakon 70 dana od primene klomazona, koncentracije herbicida u svim uzorcima zemljišta bile su u rasponu od 0,39 do 0,67 mg a.s./kg (13,12 do 22,29%) i od 0,16 do 0,35 mg a.s./kg (10,87 do 23,55%) (Grafikoni 32 i 33).

**Tabela 21.** Trofaktorijalna analiza varijanse degradacije klomazona 3 mg a.s./kg

Faktor	F	p
zemljište (tip)	254,31	0,000000
dani nakon primene (DNP)	241,09	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	74,89	0,000000
zemljište x DNP	28,41	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	8,71	0,000000
DNP x vlažnost zemljišta	13,42	0,000000
zemljište x DNP x vlažnost zemljišta	11,24	0,000000

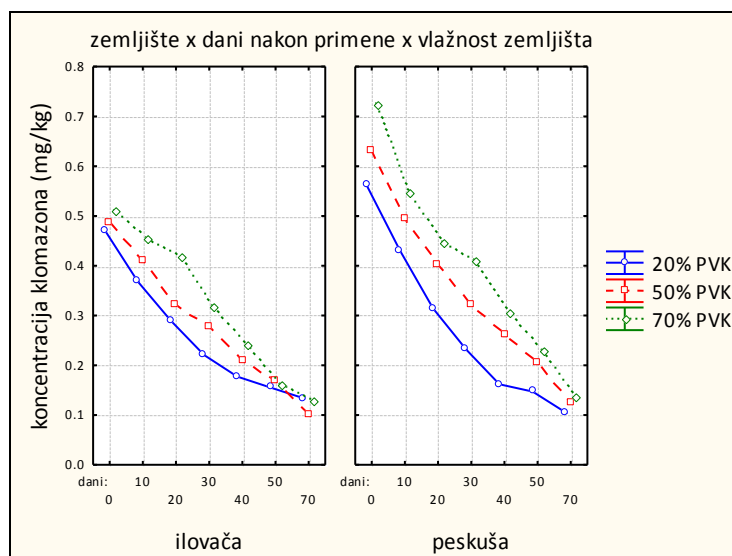
Trofaktorijalnom analizom varijanse utvrđeno je da na dinamiku degradacije klomazona u koncentraciji 3 mg a.s./kg utiču sva tri faktora i njihove interakcije (Tabela 21). Uticaj broja dana

proteklih od aplikacije, tipa i vlažnosti zemljišta, kao i interakcija ovih faktora, sa statističkom značajnošću 95% utvrđen je i za degradaciju 1,5 mg a.s./kg (Tabela 22).

**Tabela 22.** Trofaktorijalna analiza varijanse degradacije klomazona 1,5 mg a.s./kg

Faktor	F	p
zemljište (tip)	655,90	0,000000
dani nakon primene (DNP)	1353,98	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	473,28	0,000000
zemljište x DNP	1219,37	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	764,75	0,000000
DNP x vlažnost zemljišta	80,44	0,000000
zemljište x DNP x vlažnost zemljišta	21,15	0,000000

U uzorcima zemljišta tipa ilovača, koji su analizirani odmah nakon primene klomazona u koncentraciji 0,75 mg a.s./kg, utvrđene su približno iste količine aktivne supstance na svim nivoima vlažnosti (Grafikon 34). Očitani nivoi prisutnog herbicida kretali su se u opsegu od 0,47 do 0,51 mg a.s./kg, a što je činilo 62,9 – 68,1% od primenjene koncentracije.



**Graf. 34.** Dinamika degradacije klomazona koncentracije 0,75 mg a.s./kg u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta

Sa druge strane, u peskuši, u zavisnosti od vlažnosti zemljišta, uočavaju se značajnije razlike u količinama ostataka herbicida. Tako je u zemljištu sa 20% PVK sadržaj klomazona bio

0,56 mg a.s./kg (74,8%), u nešto vlažnijem zemljištu (50% PVK) 0,63 mg a.s./kg (84,1%), dok je za 70% PVK bio 0,73 mg a.s./kg (96,7%) (Grafikon 34).

Dinamika degradacije u oba tipa zemljišta na sva tri nivoa vlažnosti je bila na približno istom nivou počev od dvadesetog dana od primene klomazona. Na kraju ogleda (70 DNP) sadržaj klomazona bio je 0,10 – 0,14 mg a.s./kg (13,6 – 18,7%) (Grafikon 34).

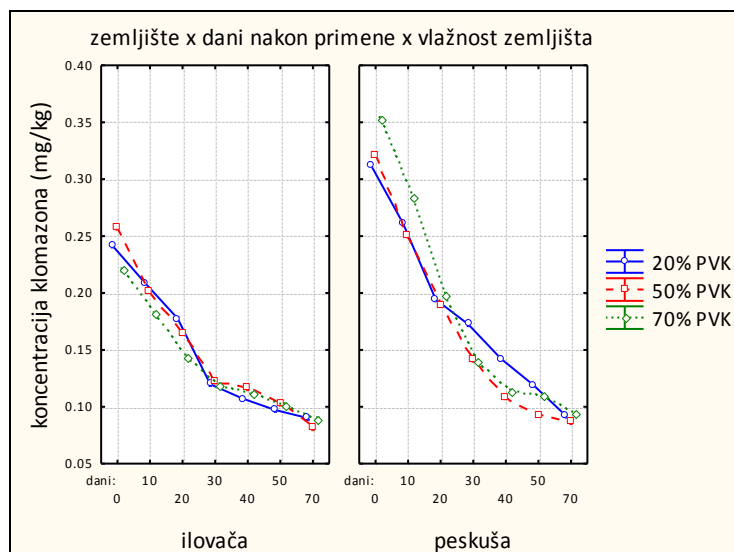
Trofaktorijalna analiza varijanse i visoke vrednosti F-testa koje su prikazane u tabeli 23 ukazuju da su sva tri faktora i njihove interakcije u visokom stepenu uticale na dinamiku degradacije klomazona u koncentraciji 0,75 mg a.s./kg.

**Tabela 23.** Trofaktorijalna analiza varijanse degradacije klomazona 0,75 mg a.s./kg

Faktor	F	p
zemljište (tip)	265,19	0,000000
dani nakon primene (DNP)	772,95	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	395,24	0,000000
zemljište x DNP	189,12	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	282,26	0,000000
DNP x vlažnost zemljišta	66,24	0,000000
zemljište x DNP x vlažnost zemljišta	16,35	0,000000

Za koncentraciju 0,38 mg a.s./kg klomazona, neposredno nakon primene, utvrđene su približno iste količine aktivne supstance na svim nivoima vlažnosti i iz ilovače i iz peskuše (Grafikon 35). U ilovastom zemljištu nivoi prisutnog herbicida kretali su se u rasponu od 0,22 do 0,26 mg a.s./kg (57,9 – 67,6%), dok su u peskuši bili od 0,31 do 0,35 mg a.s./kg, a što je činilo 82,3 – 92,9% od početne koncentracije.

Kada je vlažnost održavana na 50 i 70% PVK, degradacija ovog herbicida u početnim danima posle aplikacije, bila je izraženija u peskuši, te je količina ostataka dostigla približno isti nivo već nakon 30 dana od primene. Nakon toga dinamika razgradnje je bila ujednačena te su do isteka ogleda očitavane približne koncentracije herbicida u oba tipa zemljišta od 0,081 do 0,086 mg a.s./kg (21,3 - 22,7%). Za vlažnost zemljišta 20% PVK dinamika razgradnje u peskuši je bila izraženija za sve vreme trajanja ogleda te su iste koncentracije klomazona 0,09 – 0,092 mg a.s./kg (23,7 – 24,2%) izmerene tek posle 70 dana od primene (Grafikon 35).



**Graf. 35.** Dinamika degradacije klomazona koncentracije 0,38 mg a.s./kg u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta

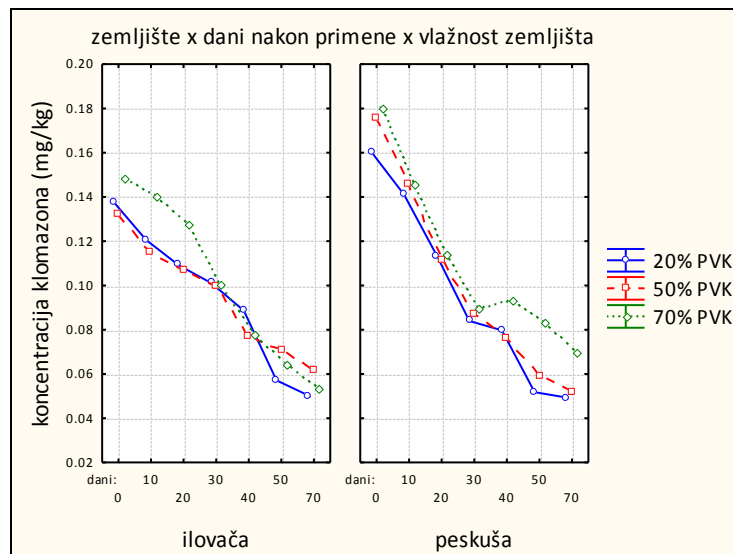
Na dinamiku degradacije klomazona koncentracije 0,38 mg a.s./kg statistički najveći uticaj imao je broj dana od aplikacije herbicida (Tabela 24). Takođe, trofaktorijska analiza varijanse pokazala je da značajan uticaj imaju i druga dva faktora kao i njihove interakcije.

**Tabela 24.** Trofaktorijska analiza varijanse degradacije klomazona 0,38 mg a.s./kg

Faktor	F	p
zemljište (tip)	206,82	0,000000
dani nakon primene (DNP)	526,24	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	3,28	0,000000
zemljište x DNP	26,90	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	9,81	0,000000
DNP x vlažnost zemljišta	1,12	0,000000
zemljište x DNP x vlažnost zemljišta	3,69	0,000000

U ilovastom zemljištu, u kojem je klomazon primenjen u koncentraciji 0,19 mg a.s./kg (Grafikon 36), u početnim danima degradacije (do 20 DNP) kada je vlažnost bila 20 i 50% PVK zabeleženi nivo ostataka je bio 0,11 – 0,14 mg a.s./kg (56,1 – 72,5%). U najvlažnijem zemljištu (70% PVK) utvrđen je nešto veći sadržaj klomazona 0,13 – 0,15 mg a.s./kg (67,3 – 78,1%). Ipak, 70 DNP bez obzira na vlažnost zemljišta, ostaci klomazona bili su oko 30% od početne koncentracije.





**Graf. 36.** Dinamika degradacije klomazona koncentracije 0,19 mg a.s./kg u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta

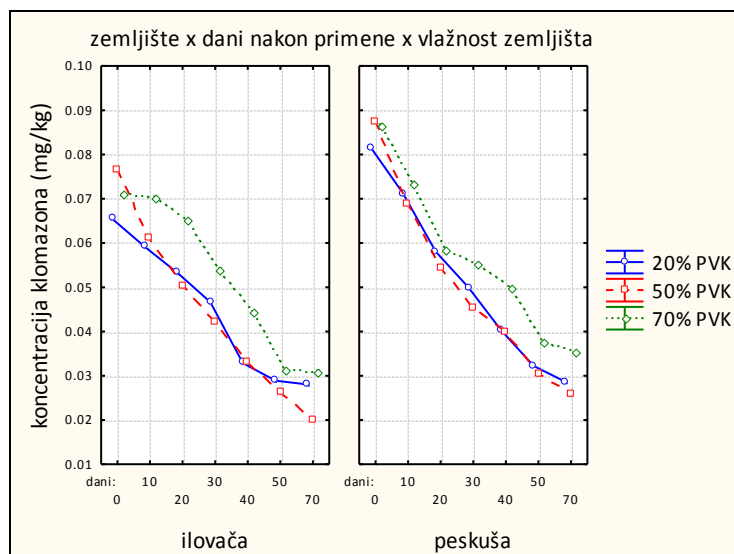
Sa druge strane, u peskovitom zemljištu bez obzira na stepen vlažnosti, sadržaj klomazona bio je na približno istom nivou tokom prvih 30 dana degradacije. Međutim, 70 DNP nivo ostataka u zemljištu sa 70% PVK bio je 0,07 mg a.s./kg, što je činilo 36,7% od početne koncentracije klomazona, dok je u zemljištu sa 20 i 50% PVK bio 0,05 mg a.s./kg odnosno 26 – 27,1% (Grafikon 36).

Na osnovu trofaktorijske analize varijanse i izračunatih vrednosti F-testa (Tabela 25) jasno se uočava visok stepen značajnosti ( $p < 0,05$ ) sva tri faktora i njihovih interakcija na dinamiku degradacije klomazona u koncentraciji 0,19 mg a.s./kg.

**Tabela 25.** Trofaktorijska analiza varijanse degradacije klomazona 0,19 mg a.s./kg

Faktor	F	p
zemljište (tip)	180,00	0,000000
dani nakon primene (DNP)	410,21	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	223,22	0,000000
zemljište x DNP	174,63	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	22,02	0,000000
DNP x vlažnost zemljišta	16,46	0,000000
zemljište x DNP x vlažnost zemljišta	38,21	0,000000

U uzorcima zemljišta u kojima je klomazon primenjen u koncentraciji 0,094 mg a.s./kg (Grafikon 37) sadržaj ostataka i u ilovači i u peskuši na sva tri nivoa vlažnosti bili su na približno istom nivou tokom celokupnog trajanja ogleada pri čemu nije uočena izražena pravilnost u dinamici degradacije.



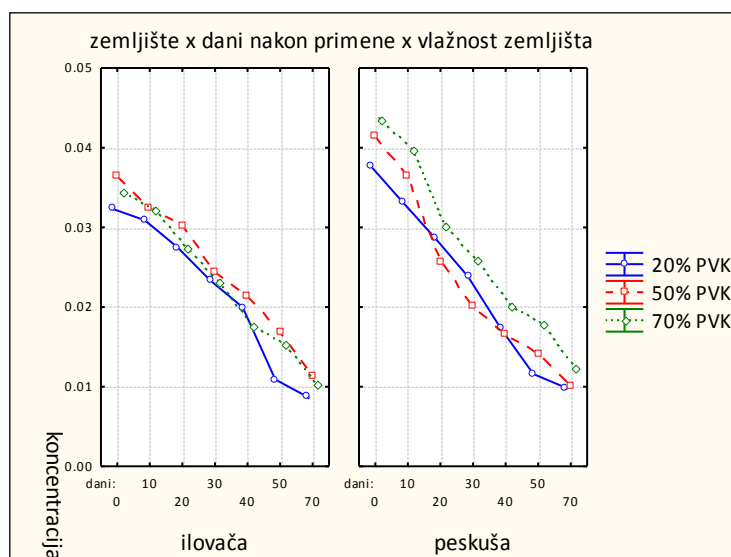
**Graf. 37.** Dinamika degradacije klomazona koncentracije 0,094 mg a.s./kg u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta

Analizom podataka utvrđeno je da broj dana od primene herbicida, tip i vlažnost zemljišta, kao i interakcije ovih faktora sa visokim stepenom značajnosti (95%) utiču na dinamiku degradacije klomazona u koncentraciji 0,094 mg a.s./kg (Tabela 26).

**Tabela 26.** Trofaktorijska analiza varijanse degradacije klomazona 0,094 mg a.s./kg

Faktor	F	p
zemljište (tip)	216,55	0,000000
dani nakon primene (DNP)	1313,53	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	138,40	0,000000
zemljište x DNP	18,53	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	3,98	0,000000
DNP x vlažnost zemljišta	10,73	0,000000
zemljište x DNP x vlažnost zemljišta	3,61	0,000000

Konačno, za najnižu koncentraciju (0,047 mg a.s./kg), razlika između količina klomazona u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta je bila minimalna, kako neposredno nakon aplikacije herbicida, tako i sedamdesetog dana od postavljanja ogleada (Grafikon 38).



**Graf. 38.** Dinamika degradacije klomazona koncentracije 0,047 mg a.s./kg u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta

Trofaktorijalnom analizom varijanse, a na osnovu izračunatih F-vrednosti (Tabela 27) uočava se visok stepen značajnosti ( $p < 0,05$ ) sva tri faktora na dinamiku degradacije klomazona u koncentraciji 0,047 mg a.s./kg. Takođe, statistička značajnost na nivou 95%, utvrđena je i za interakcije faktora, pri čemu je najveći uticaj imala interakcija tipa i vlažnosti zemljišta.

**Tabela 27.** Trofaktorijalna analiza varijanse degradacije klomazona 0,047 mg a.s./kg

Faktor	F	p
zemljište (tip)	53,65	0,000000
dani nakon primene (DNP)	162,22	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	56,85	0,000000
zemljište x DNP	35,32	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	67,11	0,000000
DNP x vlažnost zemljišta	7,65	0,000000
zemljište x DNP x vlažnost zemljišta	2,89	0,000000

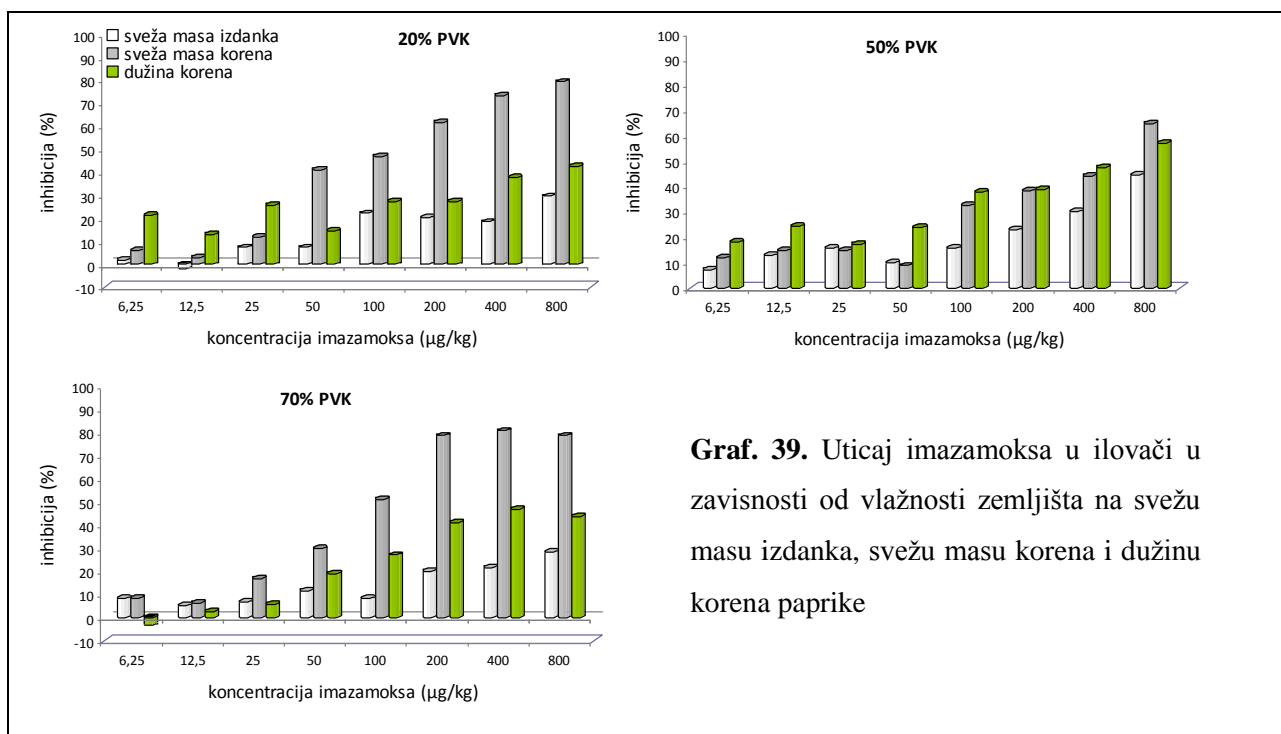
## 4.2. OSETLJIVOST BILJAKA NA IMAZAMOKS

### 4.2.1. Kratkotrajni biotest

#### 4.2.1.1. Uticaj imazamoksa na vegetativne i biohemijske parametre paprike

Imazamoks primenjen u različitim koncentracijama (6,25 – 800  $\mu\text{g}$  a.s./kg zemljišta) na oba tipa zemljišta i sva tri nivoa vlažnosti prouzrokovao je smanjenje porasta biljaka iskazano preko redukcije vegetativnih parametara, sveže mase izdanka, sveže mase korena i dužine korena paprike.

Kod biljaka koje su gajene u zemljištu ilovaste strukture sa 20% PVK najveći stepen smanjenja u odnosu na kontrolne biljke konstatovan je za svežu masu korena. Redukcija od 41,18% zabeležena je već za koncentraciju 50  $\mu\text{g}$  a.s./kg, dok je najviša koncentracija izazvala smanjenje od 79,41% (Grafikon 39). Nešto manja osetljivost konstatovana je za dužinu korena (13,12 – 42,76%), dok je sveža masa izdanka paprike redukovana 29,62% pod uticajem najviše koncentracije imazamoksa.



**Graf. 39.** Uticaj imazamoksa u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paprike

U istom tipu zemljišta, kada je vlažnost održavana na 50% PVK, smanjenje sveže mase izdanka paprike bilo je u opsegu od 7,14 do 44,29%, dok je dužina korena bila nešto osetljiviji

parametar te je zabeležena inhibicija 17,37 – 57,08%. Za koncentracije 6,25 – 50  $\mu\text{g}$  a.s./kg inhibicija sveže mase korena je bila <15%, dok je za preostale koncentracije (100 - 800  $\mu\text{g}$  a.s./kg) konstatovano izraženije smanjenje (32,35 – 64,71%) ovog parametra (Slika 7).



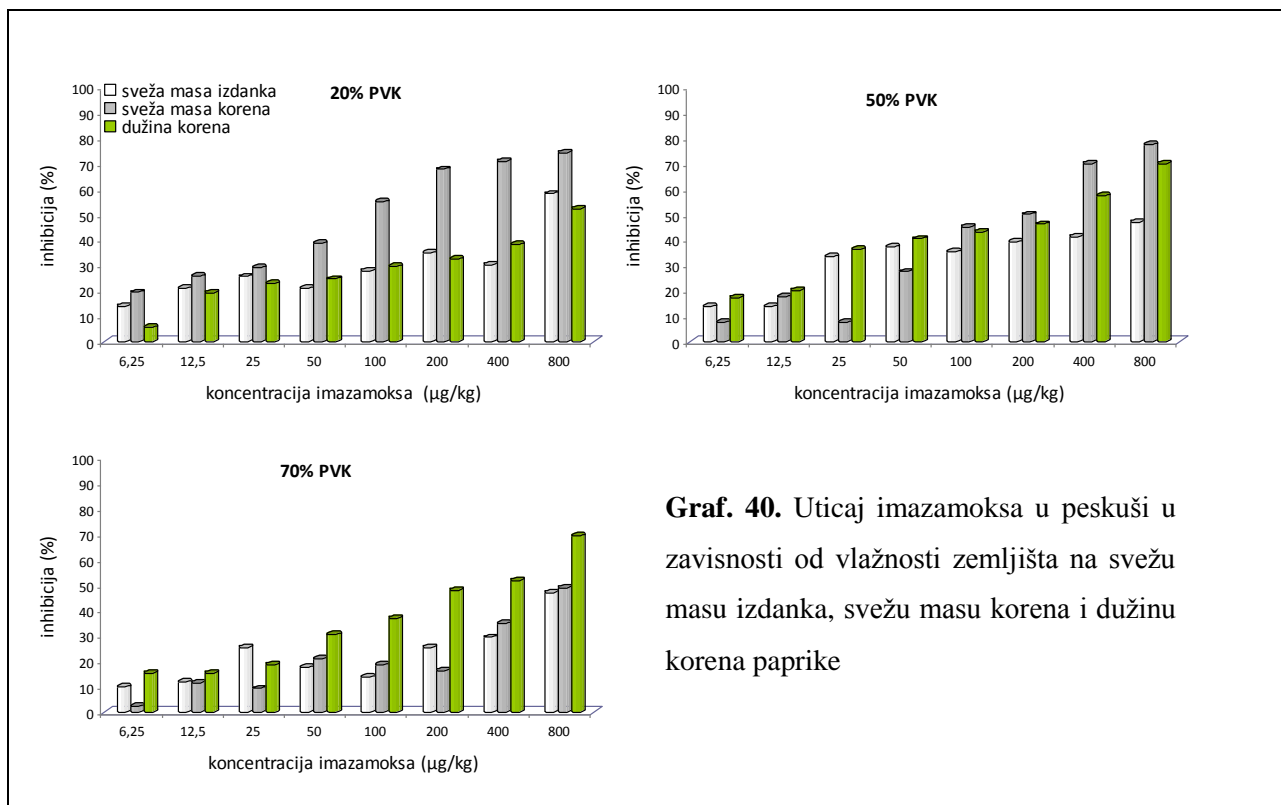
**Slika 7.** Uticaj različitih koncentracija imazamoksa u ilovači (50% PVK) na biljke paprike

I u zemljištu sa 70% PVK, sveža masa korena se pokazala kao najbolji pokazatelj osetljivosti na prisustvo imazamoksa, te je za koncentracije 200 – 800  $\mu\text{g}$  a.s./kg zabeležena redukcija 78,72 – 80,85%, dok je smanjenje dužine korena, za iste koncentracije, bilo 41,20 – 46,99%. Sveža masa izdanka paprike bila je najmanje osetljiva jer je najviša koncentracija imazamoksa izazvala smanjenje od 28,33% (Grafikon 39).

Kod biljaka paprike koje su gajene u peskuši u uslovima kada je vlažnost održavana na 20% PVK (Grafikon 40), koncentracije 12,5 – 400  $\mu\text{g}$  a.s./kg izazvale su prilično ujednačenu redukciju sveže mase izdanka i dužine korena (19,13 – 38,26%), dok je sveža masa korena bila značajnije smanjena (25,81 – 70,97%). Najviša koncentracija izazvala je smanjenje dužine korena za 52,17%, sveže mase izdanka za 58,14%, a sveža masa korena je bila redukovana 74,19% u odnosu na kontrolne biljke.

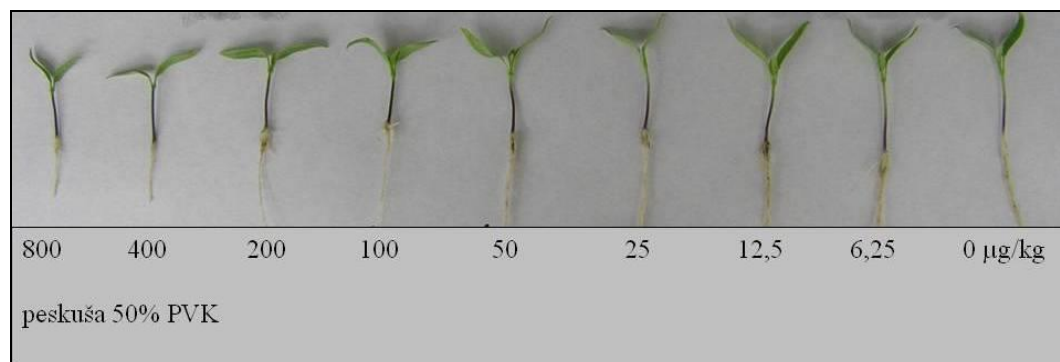
U istom tipu zemljišta, kada je vlažnost bila 50% PVK, stepen inhibicije porasta biljaka izražen preko redukcije sveže mase izdanka bio je u opsegu od 13,73 do 47,06%. Dužina korena ispoljila je veću osetljivost na prisustvo imazamoksa te je stepen inhibicije bio 17,32 – 69,90%. Koncentracije 6,25 – 50  $\mu\text{g}$  a.s./kg izazvale su smanjenje sveže mase korena paprike  $\leq 27,5\%$  u

odnosu na kontrolne biljke, ali je na višim koncentracijama inhibicija ovog parametra bila 45 – 77,5% (Grafikon 40, Slika 8).



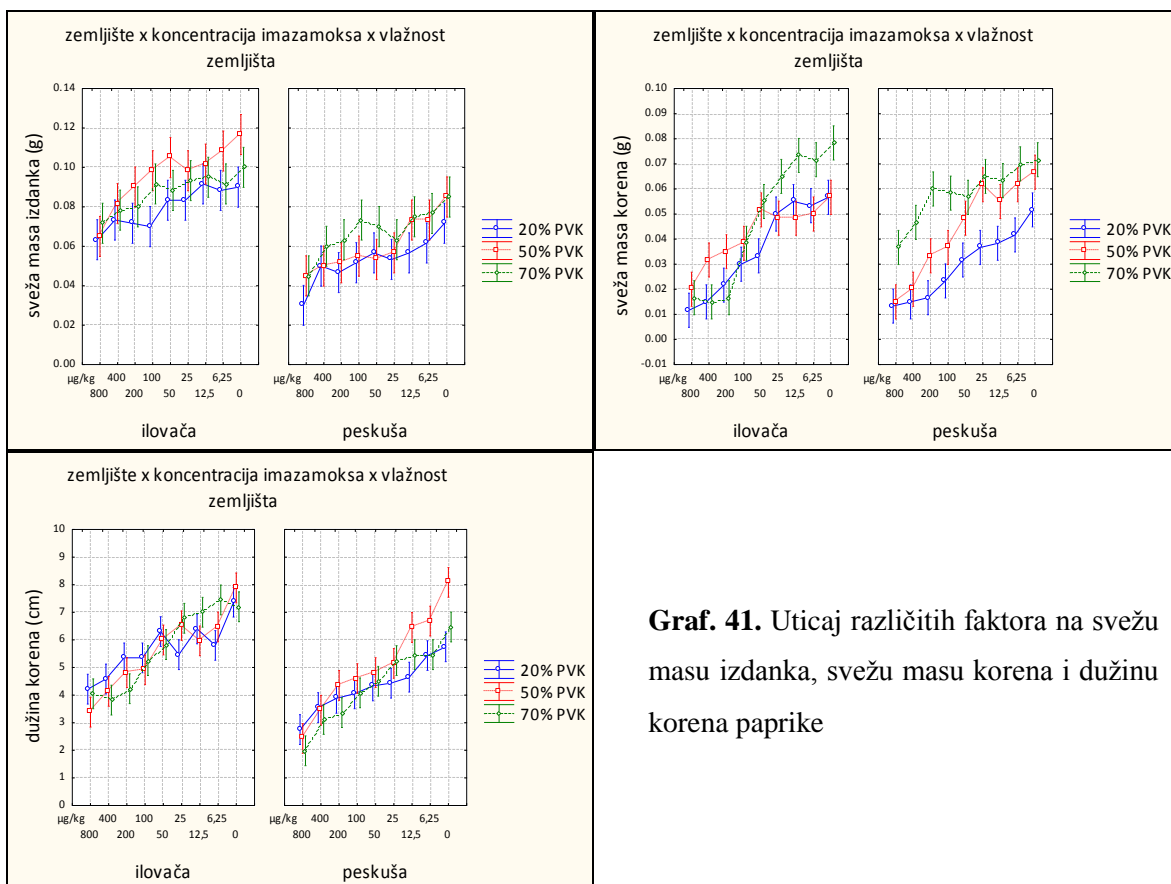
**Graf. 40.** Uticaj imazamoksa u peskuši u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paprike

U zemljištu sa 70% PVK, za većinu koncentracija, najveća inhibicija zabeležena je za dužinu korena. Koncentracija 800 µg a.s./kg dovela je do smanjenja dužine korena za 69,33%, dok su sveža masa izdanka i sveža masa korena inhibirani 47,06, odnosno 48,84% (Grafikon 40).



**Slika 8.** Uticaj različitih koncentracija imazamoksa u peskuši (50% PVK) na biljke paprike

Utjecaji različitih faktora (tip zemljišta, koncentracija imazamoksa i vlažnost zemljišta) u ovom biotest ogledu na vegetativne parametre paprike (sveža masa izdanka i korena i dužina korena) prikazani su na grafikonu 41.



**Graf. 41.** Uticaj različitih faktora na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paprike

Trofaktorijalnom analizom varijanse utvrđeno je da na svežu masu izdnaka i korena i dužinu korena (Tabela 28), značajno utiču ( $p < 0,05$ ) tip zemljišta, koncentracija imazamoksa i vlažnost zemljišta. Interakcije zemljište i imazamoks, imazamoks i vlažnost zemljišta kao i trojna interakcija (tip i vlažnost zemljišta i imazamoks) nisu imale uticaja ( $p > 0,05$ ) na svežu masu izdanka paprike, dok za svežu masu korena statistički značajan uticaj nije imala interakcija imazamoksa i vlažnosti zemljišta, a za dužinu korena interakcija tip zemljišta i različite koncentracije imazamoksa.

Takođe, Tukey testom je utvrđeno da u ilovači sa 20 i 70% PVK različite koncentracije imazamoksa nisu izazvale statistički značajne razlike sveže mase izdanka paprike (Tabela P46),

iako je zabeležen određen stepen inhibicije. Za svežu masu korena i dužinu korena ispoljene razlike bile su značajne na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta (Tabele P47 – P48).

**Tabela 28.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja imazamoksa na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paprike

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	377,15	0,000000	5,294	0,022163	193,26	0,000000
imazamoks (koncentracija)	28,34	0,000000	131,131	0,000000	127,65	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	31,16	0,000000	154,036	0,000000	8,27	0,000327
zemljište x imazamoks	0,79	0,613506	3,845	0,000264	1,97	0,050013
zemljište x vlažnost zemljišta	10,83	0,000030	28,643	0,000030	15,37	0,000000
imazamoks x vlažnost zemljišta	0,78	0,711800	1,349	0,167168	4,78	0,000000
zemlj. x imazamoks x vl. zemlj.	0,99	0,468545	7,709	0,000000	2,05	0,010785

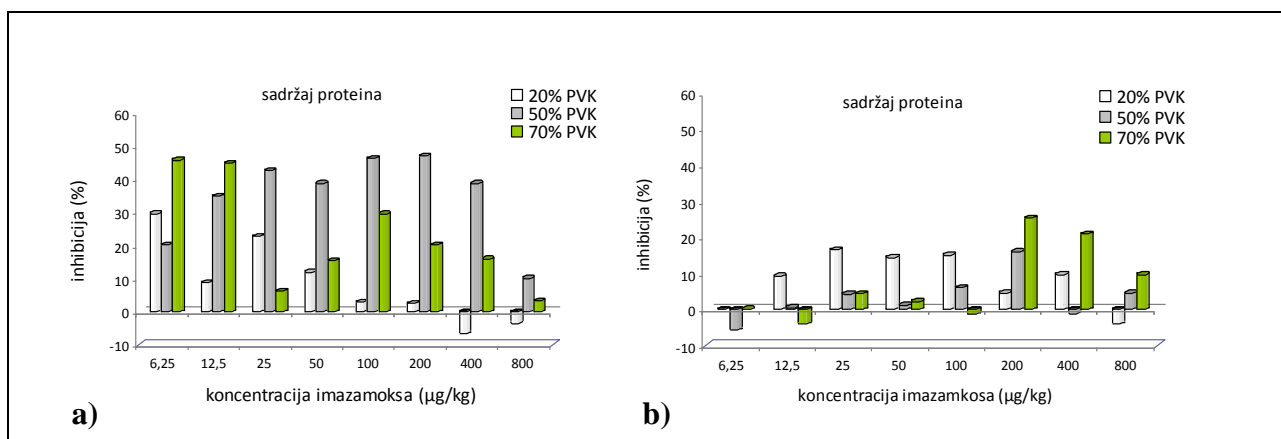
**Tabela 29.** Vrednosti efektivnih koncentracija imazamoksa (EC<sub>50</sub>) za svežu masu korena i dužinu korena paprike

zemljište	PVK (%)	EC μg a.s./kg	mereni parametar	
			sveža masa korena	dužina korena
ilovača	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>13,21</b> ±3,10	<b>27,62</b> ±19,14
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>35,70</b> ±4,77	<b>89,90</b> ±32,48
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>66,63</b> ±7,07	<b>194,38</b> ±39,92
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>29,67</b> ±21,16	<b>31,47</b> ±19,08
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>86,85</b> ±35,96	<b>82,73</b> ±30,92
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>170,44</b> ±49,10	<b>187,11</b> ±46,12
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>17,77</b> ±3,92	<b>41,77</b> ±19,08
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>37,84</b> ±4,77	<b>109,73</b> ±33,49
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>60,80</b> ±6,14	<b>221,23</b> ±42,22
peskuša	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>2,77</b> ±0,95	<b>11,86</b> ±4,22
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>12,43</b> ±2,33	<b>44,76</b> ±8,99
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>31,91</b> ±4,27	<b>92,91</b> ±11,81
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>12,41</b> ±4,23	<b>11,22</b> ±4,86
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>40,45</b> ±7,73	<b>39,76</b> ±6,86
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>84,89</b> ±12,83	<b>75,99</b> ±9,84
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>12,29</b> ±10,17	<b>3,99</b> ±1,77
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>51,80</b> ±23,10	<b>23,02</b> ±4,92
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>127,80</b> ±45,35	<b>89,13</b> ±10,45



Za utvrđivanje zavisnosti promene sveže mase i dužine korena paprike u odnosu na različite koncentracije imazamoksa u oba tipa zemljišta i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta korišćena je nelinearna regresija (3) na osnovu koje su izračunate vrednosti  $EC_{50}$ , kao pokazatelj osetljivosti biljaka, a takođe i vrednosti  $EC_{10}$  i  $EC_{30}$  kao pokazatelji koncentracija koje ne izazivaju statistički značajan efekat (Tabela 29). Na osnovu izračunatih vrednosti  $EC_{50}$  u odnosu na svežu masu korena najveći stepen osetljivosti ispoljile su biljke koje su gajene u peskuši sa 20% PVK, dok je ilovači za isti efekat bilo potrebno duplo više herbicida. Takođe, i za dužinu korena, duplo niže vrednosti  $EC_{50}$  dobijene su u peskovitom zemljištu bez obzira na vlažnost.

U ogledu je praćen i uticaj imazamoksa u različitim koncentracijama u ilovači i peskuši na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paprike (Grafikon 42). Utvrđeno je da ne postoji zavisnost promene ovog parametra sa promenom koncentracije herbicida. U ilovači, u uslovima smanjenje vlažnosti zemljišta (20% PVK), kada su primenjene više koncentracije imazamoksa zabeležena je nikakva ili slaba inhibicija, dok je za najnižu koncentraciju zabeležena inhibicija sadržaja rastvorljivih proteina od 29,68% u odnosu na kontrolne biljke (Grafikon 42a).

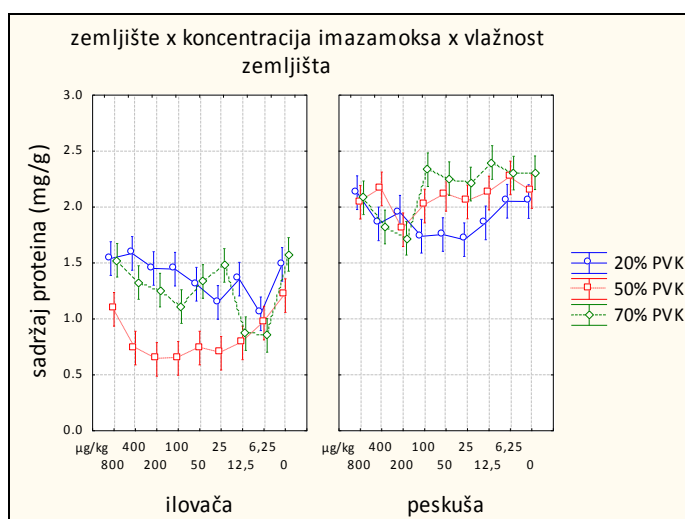


**Graf. 42.** Uticaj imazamoksa u ilovači (a) i peskuši (b) u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paprike

Takođe, kada je vlažnost zemljišta bila 70% PVK, koncentracija 800 µg a.s./kg je izazvala smanjenje sadržaja proteina za 3,31%, dok je za koncentracije 6,25 i 12,5 µg a.s./kg redukcija bila 44,96 – 45,90%. Nešto izraženija redukcija sadržaja proteina konstatovana je kad je vlažnost zemljišta bila 50% PVK, te je za koncentracije 12,5 – 400 µg a.s./kg bila u opsegu od 35,01 – 47,19%, ali je i u ovom slučaju najviša koncentracija izazvala smanjenje od 10,15%

(Grafikon 42a). U peskuši, kada je održavana vlažnost na 50 i 70% PVK, najveće smanjenje sadržaja proteina zabeleženo je za koncentraciju 200  $\mu\text{g}$  a.s./kg, 15,95%, odnosno 25,39% (Grafikon 42b). U zemljištu sa 20% PVK najveća inhibicija (14,37 – 16,61%) konstatovana je za koncentracije 25 – 100  $\mu\text{g}$  a.s./kg.

Uticaoj različitih faktora (tip i vlažnost zemljišta i koncentracije imazamoksa) na sadržaj rastvorljivih proteina u izdancima paprike prikazan je na grafikonu 43.



**Graf. 43.** Uticaj različitih faktora na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paprike

Trofaktorijalnom analizom varijanse, a na osnovu visoke vrednosti F-testa, utvrđeno je da je tip zemljišta imao najveći uticaj na sadržaj rastvorljivih proteina (Tabela 30), ali i da na praćeni parametar značajno utiču ( $p < 0,05$ ) i ostali faktori i njihove interakcije.

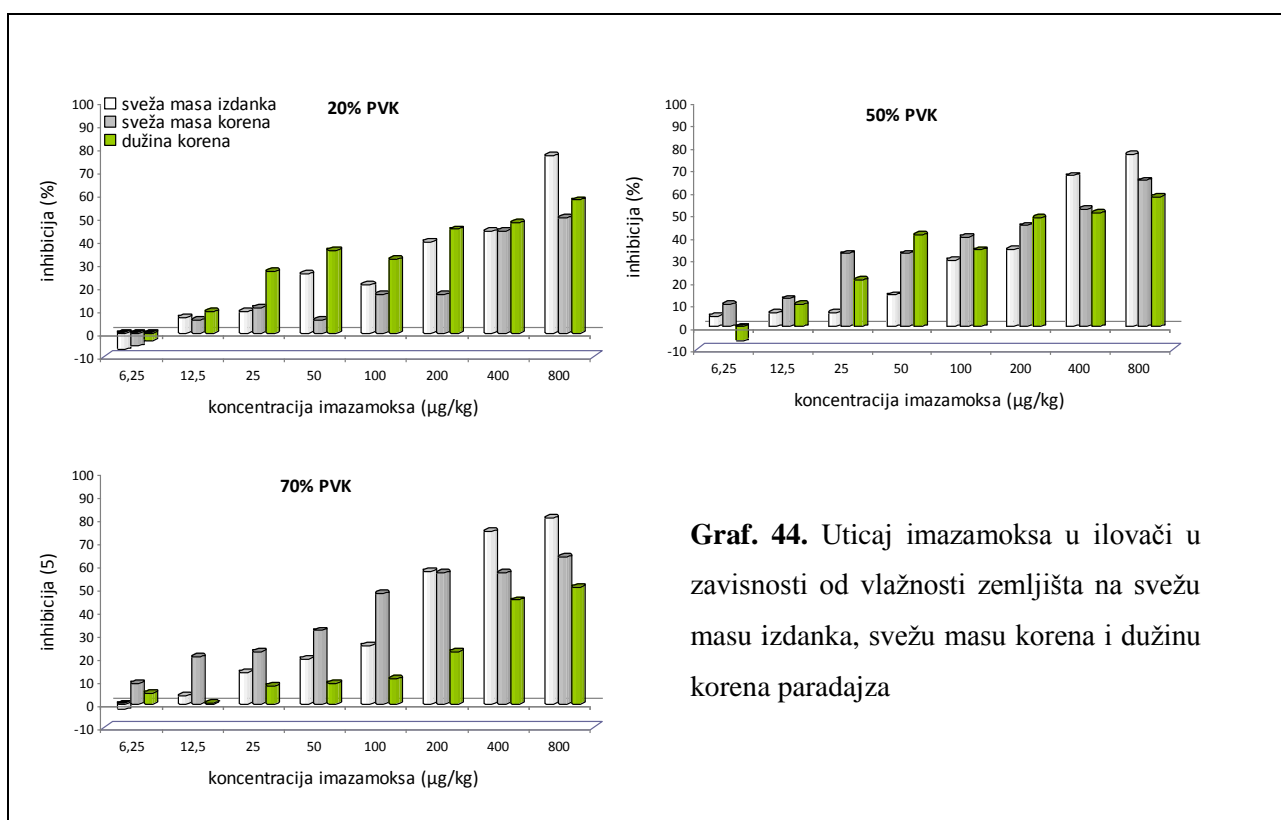
**Tabela 30.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paprike

Faktor	F	p
zemljište (tip)	1834,17	0,000000
imazamoks (koncentracija)	10,38	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	52,66	0,000000
zemljište x imazamoks	9,92	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	99,82	0,000000
imazamoks x vlažnost zemljišta	5,00	0,000000
zemlj x imazamoks x vl. zemljišta	5,64	0,000000

Analizom dobijenih podataka pomoću Tukey testa utvrđeno je da primenjene koncentracije imazamoksa ne dovode do statistički značajnih razlika u sadržaju proteina u biljkama koje su gajene u peskovitom zemljištu sa vlažnošću 20 i 50% PVK (Tabela P49).

#### 4.2.1.2. Uticaj imazamoksa na vegetativne i biohemijske parametre paradajza

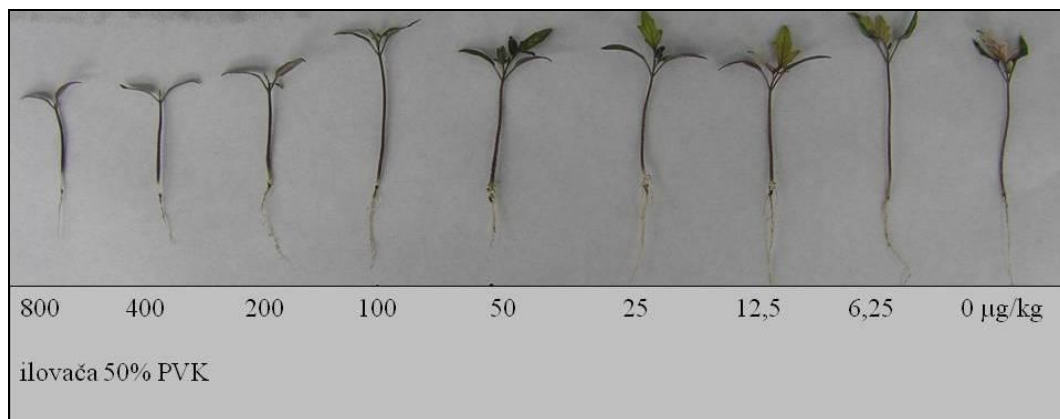
Rezultati ispitivanja uticaja imazamoksa u različitim koncentracijama u ilovastom zemljištu na porast biljaka paradajza prikazani su na grafikonu 44. Koncentracije 400 i 800 µg a.s./kg u zemljištu sa 20% PVK redukovale su porast sveže mase izdanka za 44,19 odnosno 76,74%, dok su sveža masa korena i dužina korena bili smanjeni za 44,44 – 57,67%.



**Graf. 44.** Uticaj imazamoksa u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paradajza

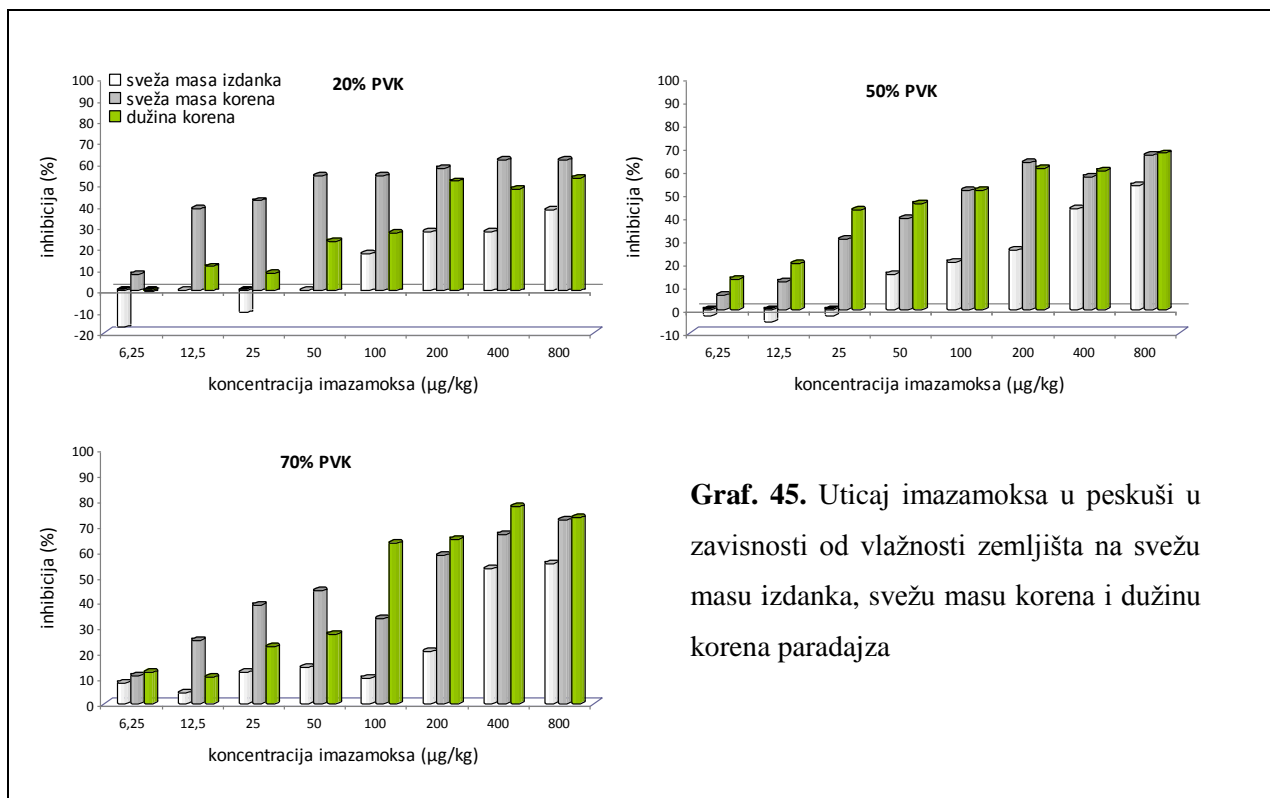
Kada je vlažnost održavana na 50% PVK (Grafikon 44, Slika 9), iste koncentracije su dovele do smanjenja sveže mase izdanka za 67,19 odnosno 76,56%, a za dužinu i svežu masu korena konstatovano je smanjenje u opsegu 50,50 – 65,00%. Još izraženija redukcija sveže mase

izdanka (74,71 – 80,46%) bila je u zemljištu sa 70% PVK, dok su druga dva parametra redukovana 45,02 – 63,64%.



**Slika 9.** Uticaj različitih koncentracija imazamoksa u ilovači (50% PVK) na biljke paradajza

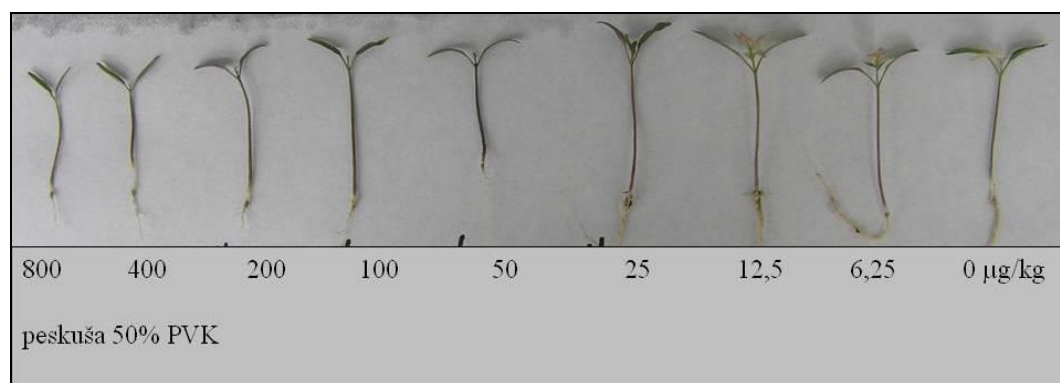
Sa druge strane, u peskuši, bez obzira na vlažnost zemljišta, najmanji stepen redukcije zabeležen je za svežu masu izdanka (Grafikon 45).



**Graf. 45.** Uticaj imazamoksa u peskuši u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paradajza

Koncentracije 6,25 - 50  $\mu\text{g a.s./kg}$  u zemljištu sa 20% PVK nisu izazvale inhibiciju sveže mase izdanka, dok je najviša koncentracija imazamoksa izazvala smanjenje od 37,93%. Značajnija redukcija dužine korena (47,84 – 53,16%) konstatovana je za koncentracije 200 - 800  $\mu\text{g a.s./kg}$ , a najveću osetljivost ispoljila je sveža masa korena jer su koncentracije 12,5 – 800  $\mu\text{g a.s./kg}$  dovele do smanjenja ovog parametra za 38,46 – 61,54%.

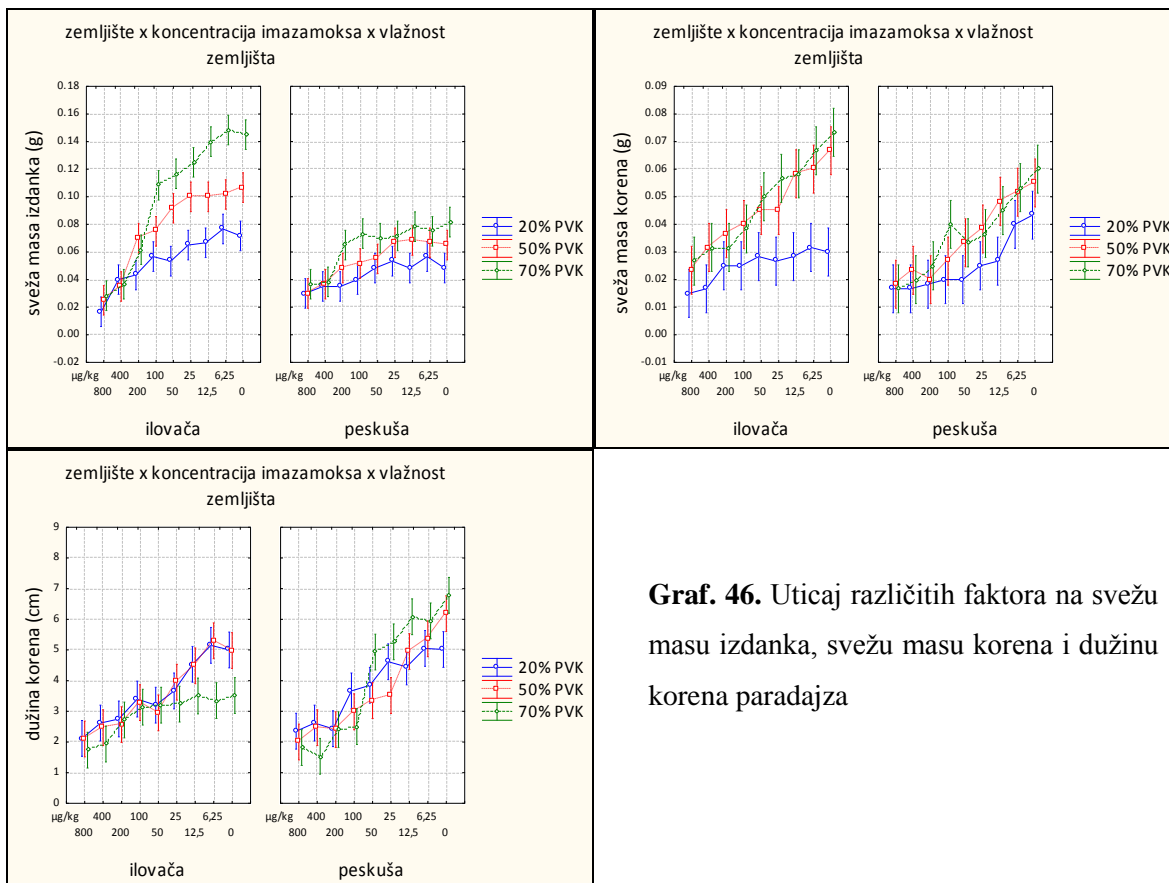
U istom zemljištu, sa 50% PVK, koncentracije 25 – 800  $\mu\text{g a.s./kg}$  inhibirale su svežu masu korena paradajza 30,30 – 66,67%, odnosno dužinu korena 43,13 – 67,65%. Za koncentracije  $\leq 200$   $\mu\text{g a.s./kg}$  smanjenje sveže mase izdanka je bilo manje od 26%, dok je izraženija inhibicija (43,59 – 53,85%) zabeležena za dve najviše koncentracije imazamoksa (Grafikon 45, Slika 10).



**Slika 10.** Uticaj različitih koncentracija imazamoksa u peskuši (50% PVK) na biljke paradajza

Takođe, kada je vlažnost peskovitog zemljišta održavana na 70% PVK, koncentracije 6,25 - 200  $\mu\text{g a.s./kg}$  inhibirale su svežu masu izdanka  $\leq 20,41\%$ , da bi koncentracije 400 i 800  $\mu\text{g a.s./kg}$  dovele do smanjenja ovog parametra za 53,06 odnosno 55,10%. Značajnija redukcija sveže mase korena (58,33 – 72,22%) zabeležena je za koncentracije 200 – 800  $\mu\text{g a.s./kg}$ , dok je dužina korena bila najosetljiviji parametar te je smanjenje od 63,14 – 77,40% konstatovano za koncentracije  $\geq 100$   $\mu\text{g a.s./kg}$ .

Uticaji različitih faktora (tip i vlažnost zemljišta, koncentracija imazamoksa) na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paradajza prikazani su na grafikonu 46.



**Graf. 46.** Uticaj različitih faktora na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paradajza

Trofaktorijalna analiza varijanse pokazala je da su na svežu masu izdanka paradajza značajno uticala sva tri faktora kao i njihove interakcije (Tabela 23). Sa druge strane, na nivou statističke značajnosti od 95%, na svežu masu korena paradajza nisu imali uticaja interakcija tipa zemljišta i različitih koncentracija imazamoksa, kao i interakcija sva tri praćena faktora. Statističkom analizom dobijenih podataka za dužinu korena paradajza, utvrđeno je da vlažnost zemljišta nije uticala na nastale promene ( $p < 0,05$ ), dok su koncentracije herbicida, tip zemljišta i interakcije ovih faktora imale uticaja na ovaj parametar (Tabela 31).

Daljom analizom podataka, pomoću Tukey testa, utvrđene su statistički značajne razlike svih vegetativnih parametara izuzev u ilovastom zemljištu sa 20% PVK gde je konstatovano da različite koncentracije imazamoksa nisu imale uticaja na svežu masu korena (Tabele P50-P52).

**Tabela 31.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja imazamoksa na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paradajza

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	249,637	0,000000	36,119	0,000000	39,549	0,000000
imazamoks (koncentracija)	98,509	0,000000	45,598	0,000000	99,422	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	177,478	0,000000	80,662	0,000000	1,344	0,262524
zemljište x imazamoks	18,017	0,000000	0,659	0,727415	7,153	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	23,808	0,000000	9,127	0,000146	19,355	0,000000
imazamoks x vlažnost zemljišta	6,445	0,000000	2,319	0,003233	2,478	0,001547
zemlj. x imazamoks x vl. zemlj.	3,005	0,000122	36,119	0,000000	4,197	0,000000

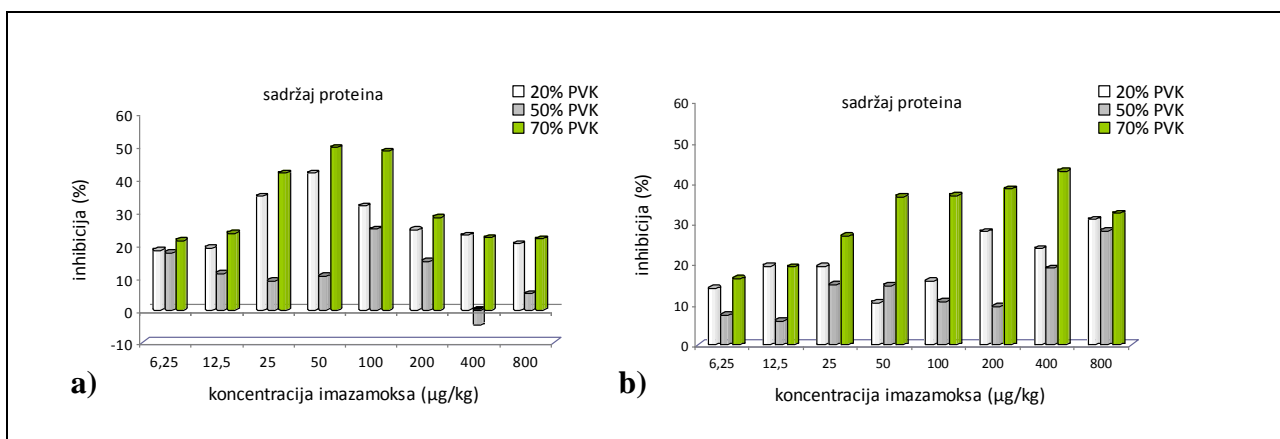
Za utvrđivanje zavisnosti promene sveže mase korena i dužine korena paradajza sa promenom koncentracije imazamoksa u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, korišćena je nelinearna regresija (3) na osnovu koje su izračunate  $EC_{50}$  vrednosti, kao pokazatelj osetljivosti biljaka paradajza (Tabela 32).

**Tabela 32.** Vrednosti efektivnih koncentracija imazamoksa ( $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  i  $EC_{50}$ ) za svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena paradajza

zemljište	PVK (%)	EC $\mu\text{g a.s./kg}$	mereni parametar	
			sveža masa korena	dužina korena
ilovača	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>16,66</b> $\pm 10,59$	<b>4,25</b> $\pm 2,16$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>59,90</b> $\pm 20,87$	<b>17,50</b> $\pm 4,90$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>133,71</b> $\pm 37,22$	<b>42,55</b> $\pm 8,89$
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>1,65</b> $\pm 0,81$	<b>4,87</b> $\pm 2,22$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>13,15</b> $\pm 3,34$	<b>16,54</b> $\pm 4,19$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>48,40</b> $\pm 8,30$	<b>35,62</b> $\pm 6,84$
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>7,06</b> $\pm 2,20$	<b>56,68</b> $\pm 16,50$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>20,06</b> $\pm 3,52$	<b>117,27</b> $\pm 19,41$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>38,62</b> $\pm 5,29$	<b>185,10</b> $\pm 25,51$
peskuša	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>3,03</b> $\pm 1,11$	<b>13,40</b> $\pm 4,81$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>7,48</b> $\pm 1,50$	<b>35,45</b> $\pm 7,24$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>13,17</b> $\pm 1,86$	<b>65,28</b> $\pm 10,61$
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>5,97</b> $\pm 1,26$	<b>2,47</b> $\pm 0,81$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>17,66</b> $\pm 2,09$	<b>9,66</b> $\pm 1,73$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>34,87</b> $\pm 3,18$	<b>22,73</b> $\pm 2,85$
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>1,87</b> $\pm 1,37$	<b>11,34</b> $\pm 3,80$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>11,28</b> $\pm 4,42$	<b>27,43</b> $\pm 5,24$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>34,85</b> $\pm 9,30$	<b>47,75</b> $\pm 7,25$

Izračunate su i vrednosti  $EC_{10}$  i  $EC_{30}$  kao pokazatelji koncentracija imazamoksa u zemljištu koje ne izazivaju statistički značajan efekat ili izazivaju efekat koji značajno ne utiče na dalji razvoj biljka paradajza. Na osnovu izračunatih  $EC_{50}$  vrednosti u odnosu na svežu masu korena najveći stepen osetljivosti ispoljile su biljke koje su gajene u peskuši sa 20% PVK, dok je u ilovači za isti efekat bilo potrebno deset puta više herbicida. Sa druge strane,  $EC_{50}$  vrednosti za dužinu korena najveću razliku ispoljile su kada je vlažnost zemljišta održavana na 70% PVK jer su dobijene vrednosti bile četiri puta veće u ilovači nego u peskovitom zemljištu.

U biotest ogledu praćen je i uticaj imazamoksa u zemljištima ilovaste i peskovite strukture različite vlažnosti, na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paradajza (Grafikon 47). Dobijeni rezultati pokazali su da ne postoji zavisnost promene sadržaja proteina sa promenom koncentracije imazamoksa. Tako je u ilovači sa 50% PVK najveći stepen inhibicije (24,71%) zabeležen za koncentraciju 100  $\mu\text{g}$  a.s./kg (Grafikon 47a). Takođe, u istom zemljištu kada je vlažnost bila 20 i 70% PVK, najveće smanjenje sadržaja proteina 31,61 – 41,74%, odnosno 41,67 – 49,47% bilo je za koncentracije 25 – 100  $\mu\text{g}$  a.s./kg.

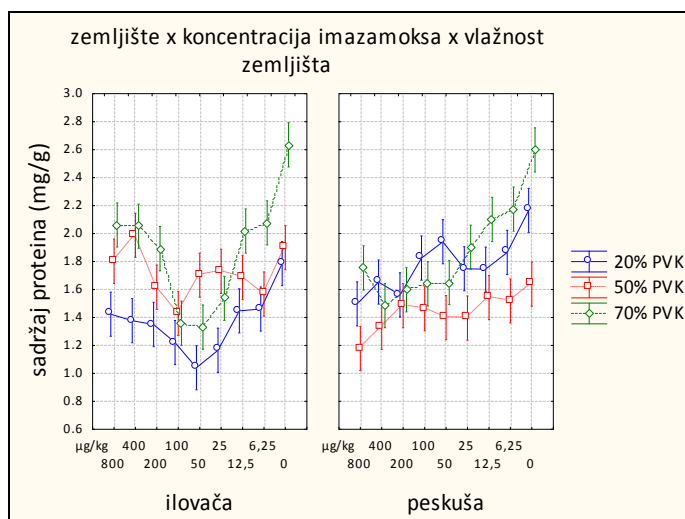


**Graf. 47.** Uticaj imazamoksa u ilovači (a) i peskuši (b) u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paradajza

I u peskovitom zemljištu, kada je vlažnost zemljišta održavana na 50% PVK, različite koncentracije imazamoksa nisu izazvale značajnije smanjenje ( $\leq 28,08\%$ ) sadržaja rastvorljivih proteina u biljkama paradajza (Grafikon 47b). Koncentracije 200 - 800  $\mu\text{g}$  a.s./kg u peskuši sa 20% PVK, prouzrokovale su inhibiciju ovog parametra 23,65 – 30,87%, dok je u zemljištu sa 70% PVK konstatovana inhibicija 26,79 – 42,85% za koncentracije 25 – 800  $\mu\text{g}$  a.s./kg.



Daljom analizom dobijenih podataka utvrđen je uticaj tipa zemljišta, vlažnosti zemljišta i koncentracija imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paradajza (Grafikon 48), a trofaktorijskom analizom podataka utvrđen je i stepen značaja interakcija ovih faktora (Tabela 33). Statistička značajnost dobijenih razlika u sadržaju rastvorljivih proteina na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, a u zavisnosti od koncentracija imazamoksa, utvrđena je Tukey testom i prikazana u tabeli P53.



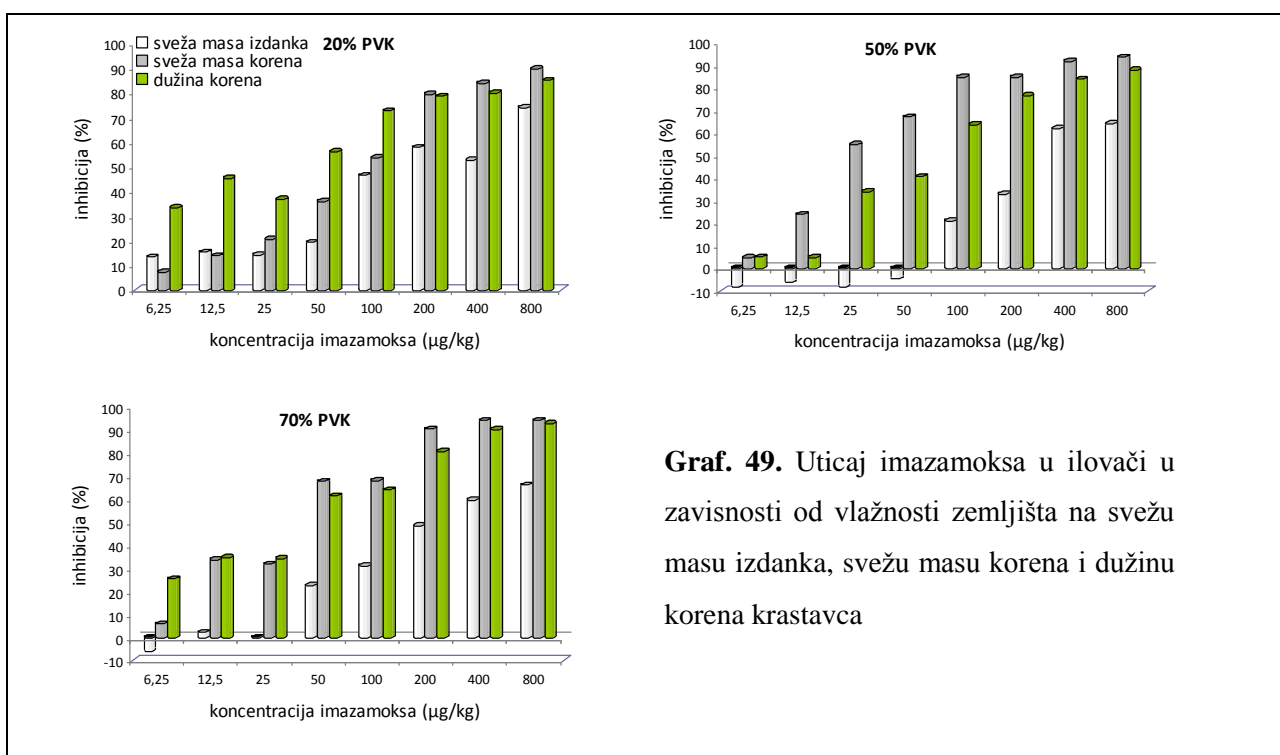
**Graf. 48.** Uticaj različitih faktora na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paradajza

**Tabela 33.** Trofaktorijska analiza varijanse uticaja imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paradajza

Faktor	F	p
zemljište (tip)	4,15	0,042675
imazamoks (koncentracija)	34,69	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	88,48	0,000000
zemljište x imazamoks	12,48	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	84,46	0,000000
imazamoks x vlažnost zemljišta	7,57	0,000000
zemlj x imazamoks x vl. zemljišta	2,43	0,001950

#### 4.2.1.3. Uticaj imazamoksa na vegetativne i biohemijske parametre krastavca

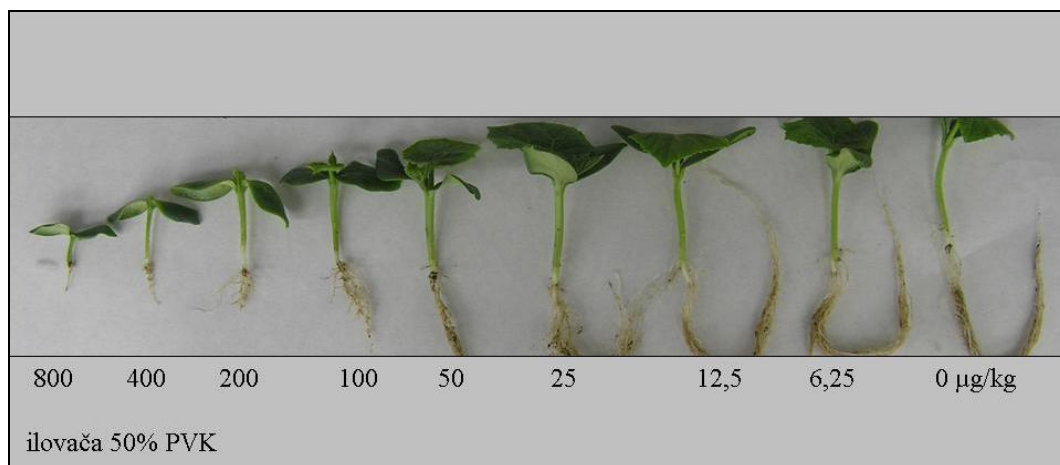
Imazamoks primenjen u seriji koncentracija u ilovastom zemljištu sa 20% PVK izazvao je redukciju porasta biljaka iskazanu preko redukcije svih vegetativnih parametara krastavca. Kao najmanje osetljiv parametar pokazala se sveža masa izdanka, te je za koncentracije  $\geq 100 \mu\text{g}$  a.s./kg zabeležena redukcija bila u rasponu od 46,60 do 74,03%, dok je sveža masa korena bila smanjena 53,68 – 89,71% (Grafikon 49). Značajna redukcija (33,47 – 56,10%) dužine korena konstatovana je već na najnižim koncentracijama 6,25 – 50  $\mu\text{g}$  a.s./kg, dok je za koncentracije  $\geq 100 \mu\text{g}$  a.s./kg smanjenje ovog parametra u odnosu na kontrolne biljke bilo u opsegu 72,68 – 85,09%.



**Graf. 49.** Uticaj imazamoksa u ilovači u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

Sa druge strane, kada je u ilovači vlažnost održavana na 50% PVK (Grafikon 49, Slika 11), imazamoks u koncentracijama  $\leq 50 \mu\text{g}$  a.s./kg nije izazvao smanjenje sveže mase izdanka, a značajnija redukcija (61,88 – 64,13%) ovog parametra je zabeležena tek za dve najviše koncentracije. Međutim, sveža masa korena se pokazala kao daleko osetljiviji parametar jer je redukcija od 54,97% zabeležena za koncentraciju od 25  $\mu\text{g}$  a.s./kg, dok je za koncentracije  $\geq 100 \mu\text{g}$  a.s./kg konstatovano smanjenje u rasponu 84,77 – 93,71%. Visoku osetljivost na prisustvo

imazamoksa pokazala je i dužina korena jer je za koncentracije  $\geq 100 \mu\text{g a.s./kg}$  redukcija bila 63,68 – 87,82% (Grafikon 49, Slika 11).



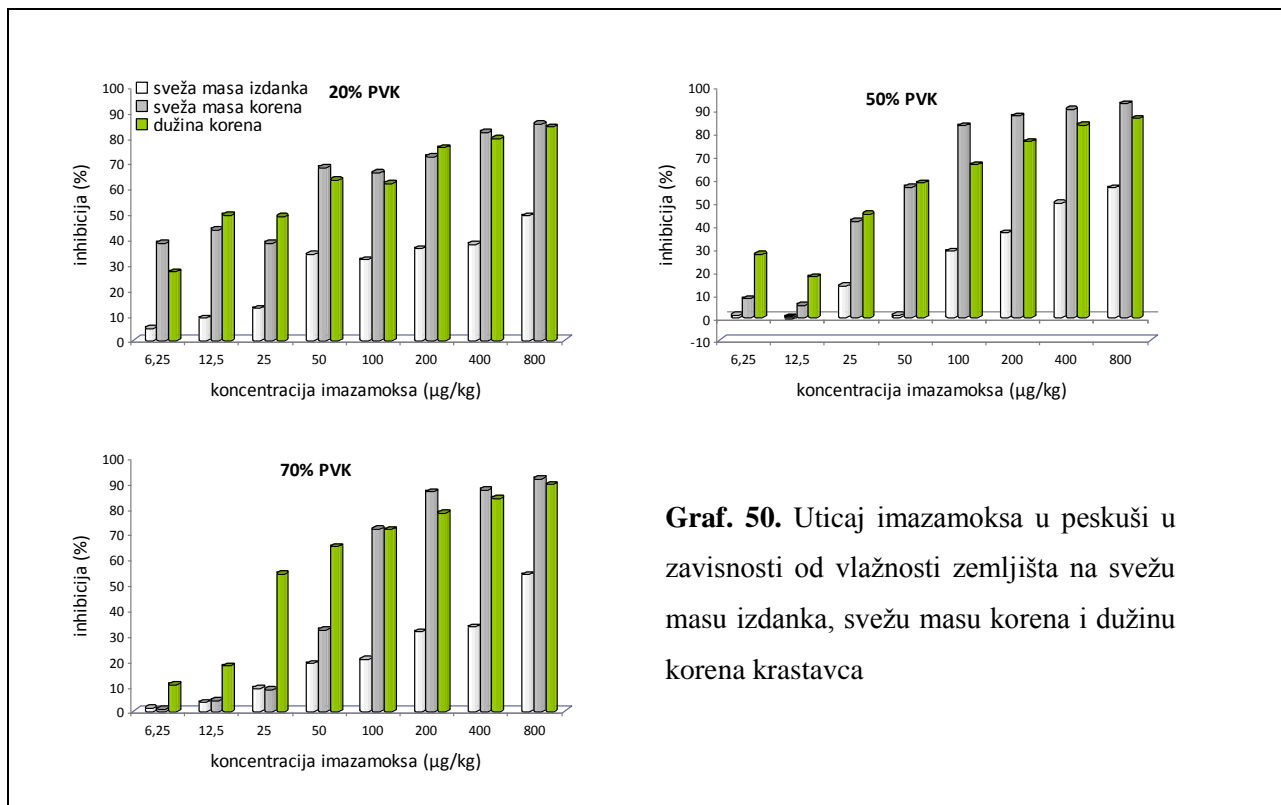
**Slika 11.** Uticaj različitih koncentracija imazamoksa u ilovači (50% PVK) na biljke krastavca

U ilovastom zemljištu sa 70% PVK, za redukciju sveže mase izdanka krastavca veću od 60% bilo je potrebno  $800 \mu\text{g a.s./kg}$ , dok je za isto smanjenje sveže mase korena i dužine korena bilo potrebno  $\geq 50 \mu\text{g a.s./kg}$ . Za dve najviše koncentracije (400 i  $800 \mu\text{g a.s./kg}$ ) redukcija dužine korena je bila 90,10 – 92,63%, dok je sveža masa korena smanjena za 94%.

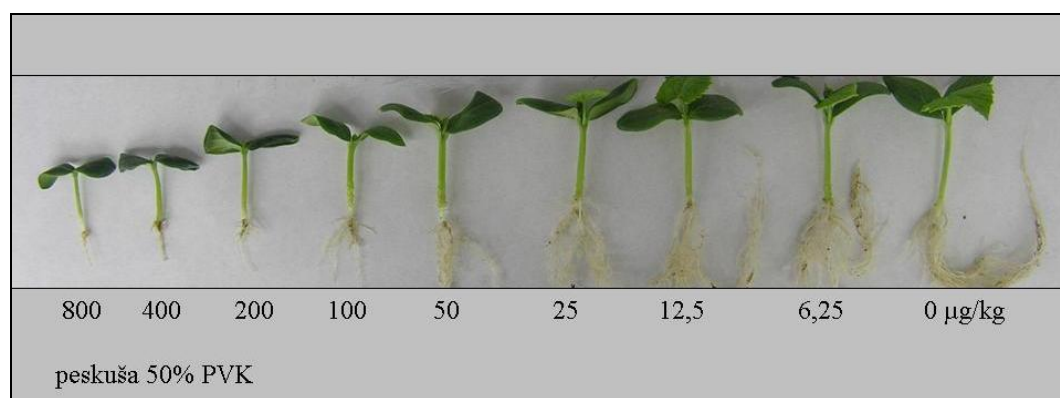
Sveža masa izdanka biljaka koje su gajene u peskovitom zemljištu, bez obzira na %PVK ispoljila je najmanju osetljivost na primenjene količine imazamoksa (Grafikon 50). Tako je koncentracija  $800 \mu\text{g a.s./kg}$  u zemljištu sa 50% PVK izazvala redukciju ovog parametra od 55,97%, za vlažnost od 70% PVK redukcija je bila nešto niža, 53,94%, dok je u zemljištu sa najmanjim procentom vlažnosti (20% PVK) za sve koncentracije imazamoksa redukcija bila manja od 50%. Međutim, daleko veća osetljivost konstatovana je za svežu masu korena i dužinu korena. U peskuši sa 20% PVK, koncentracije  $\geq 50 \mu\text{g a.s./kg}$  redukovale su porast dužine korena za 61,78 – 83,99%, dok je smanjenje sveže mase korena bilo u opsegu 65,96 – 85,11% (Grafikon 50).

Značajno smanjenje ovih parametara bilo je i u zemljištu sa 50% PVK gde su koncentracije  $\geq 50 \mu\text{g a.s./kg}$  inhibitorno uticale na dužinu korena u rasponu od 58,26 – 86,04%, dok je za svežu masu korena zabeleženo smanjenje od 56,40 – 92,42% (Grafikon 50, Slika 12). I kada je vlažnost zemljišta bila 70% PVK koncentracije  $\geq 25 \mu\text{g a.s./kg}$  redukovale su porast

dužine korena za 54,16 – 89,36%, dok je redukcija sveže mase korena u rasponu 71,70 – 91,51% zabeležena za sve koncentracije veće od 100  $\mu\text{g}$  a.s./kg.



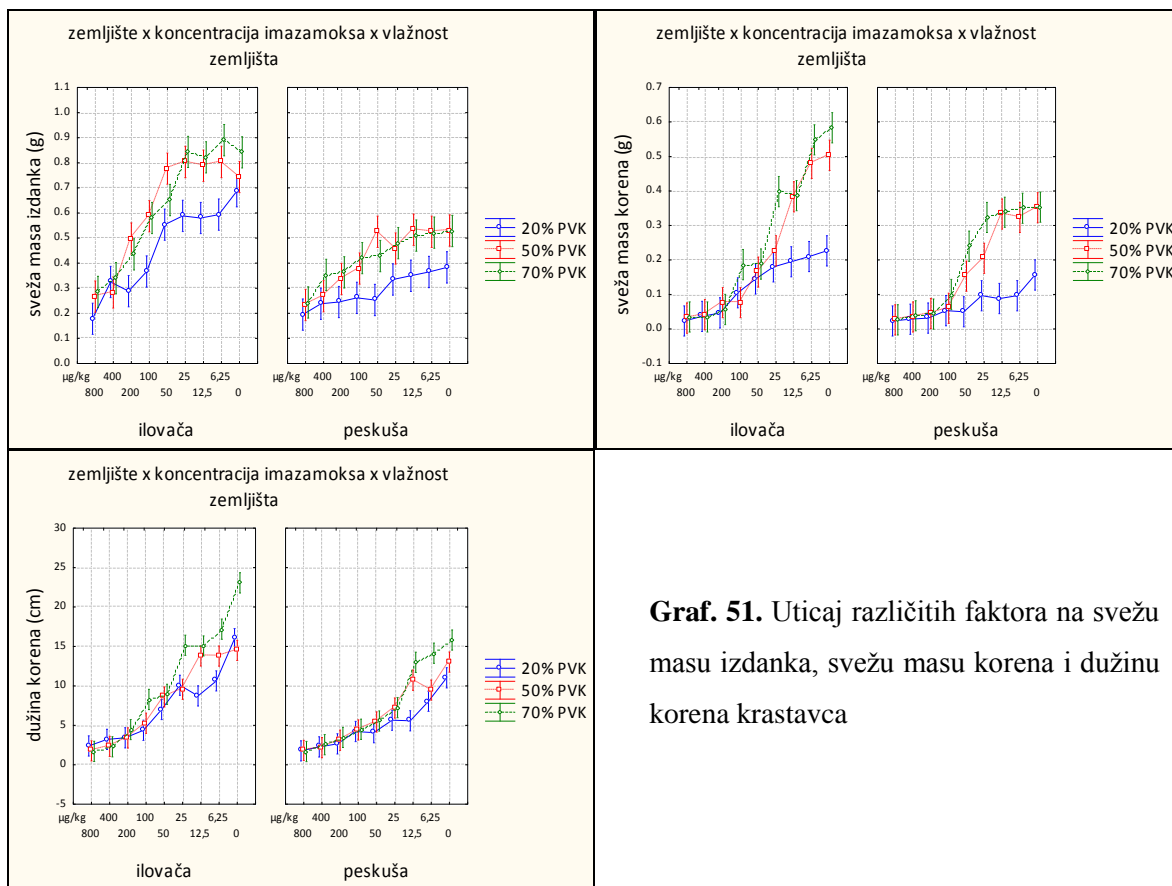
**Graf. 50.** Uticaj imazamoksa u peskuši u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca



**Slika 12.** Uticaj različitih koncentracija imazamoksa u peskuši (50% PVK) na biljke krastavca

Statističkom obradom podataka, pomoću trofaktorijalne analize varijanse i na osnovu vrednosti F-testa, utvrđeni su uticaji različitih faktora (tip i vlažnost zemljišta i koncentracija

imazamoksa) i njihovih interakcija na porast izdanka i korena biljaka krastavaca (Grafikon 51, Tabela 34).



**Graf. 51.** Uticaj različitih faktora na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

**Tabela 34.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja imazamoksa na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	486,69	0,000000	95,840	0,000000	181,393	0,000000
imazamoks (koncentracija)	130,12	0,000000	212,868	0,000000	324,945	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	130,24	0,000000	176,517	0,000000	94,368	0,000000
zemljište x imazamoks	20,69	0,000000	10,289	0,000000	11,258	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	1,41	0,246985	0,669	0,513285	5,249	0,005801
imazamoks x vlažnost zemljišta	3,92	0,000001	19,100	0,000000	11,744	0,000000
zemlj. x imazamoks x vl. zemlj.	1,38	0,152064	2,093	0,008936	2,564	0,001031

Utvrđeno je da na svežu masu izdanka i svežu masu korena krastavca nije značajno uticala ( $p < 0,05$ ) interakcija tip i vlažnost zemljišta. Takođe, na promene parametra sveža masa izdanka uticaja nije imala ni interakcija sva tri faktora. Statistički značajne razlike vegetativnih parametara nastale pod uticajem različitih koncentracija imazamoksa u oba zemljišta i sva tri nivoa vlažnosti date su u tabelama P54 – P56.

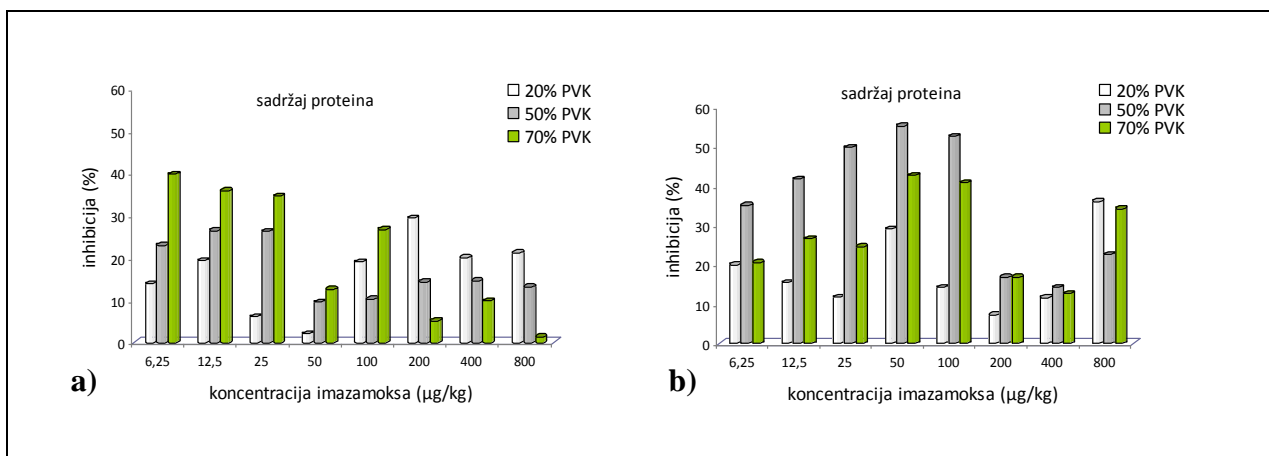
Za utvrđivanje zavisnosti sveže mase korena i dužine korena krastavca u odnosu na koncentracije imazamoksa u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, korišćena je nelinearna regresija (3) na osnovu koje su izračunate  $EC_{50}$  vrednosti, kao pokazatelj osetljivosti biljaka paradajza (Tabela 35). Izračunate su i vrednosti  $EC_{10}$  i  $EC_{30}$  kao pokazatelji koncentracija imazamoksa u zemljištu koje ne izazivaju statistički značajan efekat ili izazivaju efekat koji značajno ne utiče na dalji razvoj biljka krastavca.

**Tabela 35.** Vrednosti efektivnih koncentracija imazamoksa ( $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  i  $EC_{50}$ ) za svežu masu korena i dužinu korena krastavca

zemljište	PVK (%)	EC µg a.s./kg	mereni parametar	
			sveža masa korena	dužina korena
ilovača	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>11,88</b> ±1,96	<b>0,80</b> ±0,54
		$EC_{30} \pm SD$	<b>33,02</b> ±3,09	<b>4,92</b> ±1,81
		$EC_{50} \pm SD$	<b>62,72</b> ±4,66	<b>15,33</b> ±3,47
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>5,88</b> ±0,99	<b>9,78</b> ±1,99
		$EC_{30} \pm SD$	<b>13,96</b> ±1,33	<b>26,22</b> ±3,03
		$EC_{50} \pm SD$	<b>24,01</b> ±1,77	<b>48,70</b> ±4,45
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>5,29</b> ±1,79	<b>2,18</b> ±0,86
		$EC_{30} \pm SD$	<b>15,61</b> ±2,96	<b>10,39</b> ±2,23
		$EC_{50} \pm SD$	<b>30,82</b> ±4,47	<b>27,69</b> ±4,11
peskuša	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>0,49</b> ±0,40	<b>0,66</b> ±0,35
		$EC_{30} \pm SD$	<b>3,64</b> ±1,64	<b>4,08</b> ±1,19
		$EC_{50} \pm SD$	<b>12,76</b> ±3,41	<b>12,86</b> ±2,26
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>9,72</b> ±1,79	<b>2,73</b> ±1,04
		$EC_{30} \pm SD$	<b>20,96</b> ±2,20	<b>10,80</b> ±2,25
		$EC_{50} \pm SD$	<b>33,97</b> ±2,84	<b>25,60</b> ±3,79
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>26,27</b> ±1,44	<b>4,61</b> ±1,27
		$EC_{30} \pm SD$	<b>44,73</b> ±1,40	<b>13,13</b> ±2,02
		$EC_{50} \pm SD$	<b>62,48</b> ±1,59	<b>25,34</b> ±2,95

Na osnovu izračunatih  $EC_{50}$  vrednosti, u odnosu na svežu masu korena najveći stepen osetljivosti ispoljile su biljke koje su gajene u peskuši sa 20% PVK, dok je u ilovači za isti efekat bilo potrebno pet puta više herbicida (Tabela 35). Sa druge strane, kada je vlažnost zemljišta bila 70% PVK, vrednosti  $EC_{50}$  su bile dva puta veće u peskovitom nego ilovastom zemljištu. U peskovitom zemljištu sa 50% PVK zabeležena je veća osetljivost dužine korena krastavca nego u ilovači iste vlažnosti jer su  $EC_{50}$  vrednosti bile dva puta veće, dok su u oba zemljišta, kada je vlažnost bila 20 i 70% PVK, za isti parametar izračunate  $EC_{50}$  imale slične vrednosti.

U ogledu je praćen i uticaj imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama krastavca (Grafikon 52). Utvrđeno je da ne postoji zavisnost promene sadržaja proteina sa porastom koncentracije herbicida. Tako je u ilovači sa 70% PVK inhibicija ovog parametra za tri najviše koncentracije (200 – 800  $\mu\text{g a.s./kg}$ ) bila 1,33 – 9,91%, dok je za najniže (6,25 – 25  $\mu\text{g a.s./kg}$ ) koncentracije zabeleženo smanjenje 34,62 – 39,76% (Grafikon 52a). U istom zemljištu sa 50% PVK najveća inhibicija (23,01 – 26,43%) bila je za najniže koncentracije, dok je za sve ostale smanjenje bilo manje od 15%. Kada je vlažnost ilovače održavana na 20% PVK najveća inhibicija od 29,37% bila je pod uticajem 200  $\mu\text{g a.s./kg}$  imazamoksa.

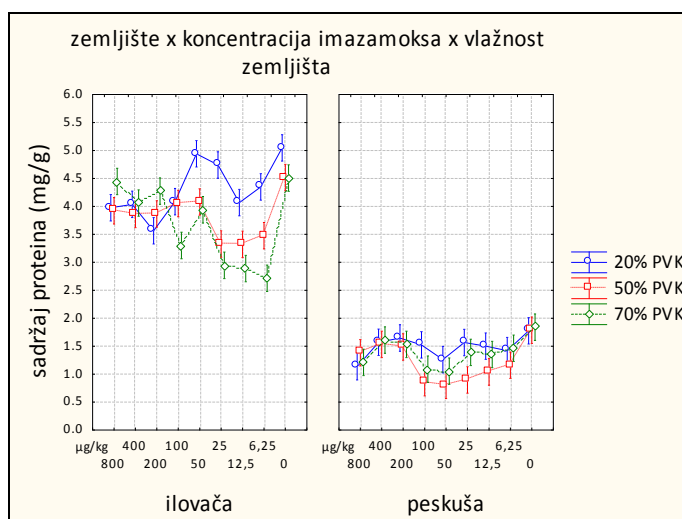


**Graf. 52.** Uticaj imazamoksa u ilovači (a) i peskuši (b) u zavisnosti od vlažnosti zemljišta na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama krastavca

Sa druge strane, u peskovitom zemljištu zabeležena je veća redukcija sadržaja rastvorljivih proteina, pa je u zemljištu sa 50% PVK redukcija od 35,07 – 55,25% konstatovana za koncentracije 6,25 – 100  $\mu\text{g a.s./kg}$  (Grafikon 52b). I kada je vlažnost zemljišta održavana na 70% PVK najveća redukcija (40,87 – 42,74%) bila je pod uticajem 50 – 100  $\mu\text{g a.s./kg}$

imazamoksa, dok je u najmanje vlažnom zemljištu (20% PVK) najizraženije smanjenje ovog parametra od 36,10% bilo na najvišoj koncentraciji 800 µg a.s./kg.

Utjecaji tipa i vlažnosti zemljišta i različitih koncentracija imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama krastavca prikazani su na grafikonu 53. Jasno se uočava visok stepen uticaja tipa zemljišta u kojem su biljke gajene, a što je utvrđeno trofaktorijalnom analizom varijanse na osnovu vrednosti F-testa (Tabela 36). Sa statističkom značajnošću 95% utvrđen je i uticaj drugih parametara (vlažnost zemljišta i koncentracija imazamoksa) i njihovih interakcija. Značajnost statistički izračunatih razlika u sadržaju proteina u biljkama krastavca pod uticajem različitih koncentracija imazamoksa, na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta prikazani su u tabeli P57.



**Grafikon 53.** Uticaj različitih faktora na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama krastavca

**Tabela 36.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paradajza

Faktor	F	p
zemljište (tip)	6191,00	0,000000
imazamoks (koncentracija)	29,51	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	58,16	0,000000
zemljište x imazamoks	15,27	0,000000
zemljište x vlažnost zemljišta	23,25	0,000000
imazamoks x vlažnost zemljišta	9,10	0,000000
zemlj x imazamoks x vl. zemljišta	7,84	0,000000



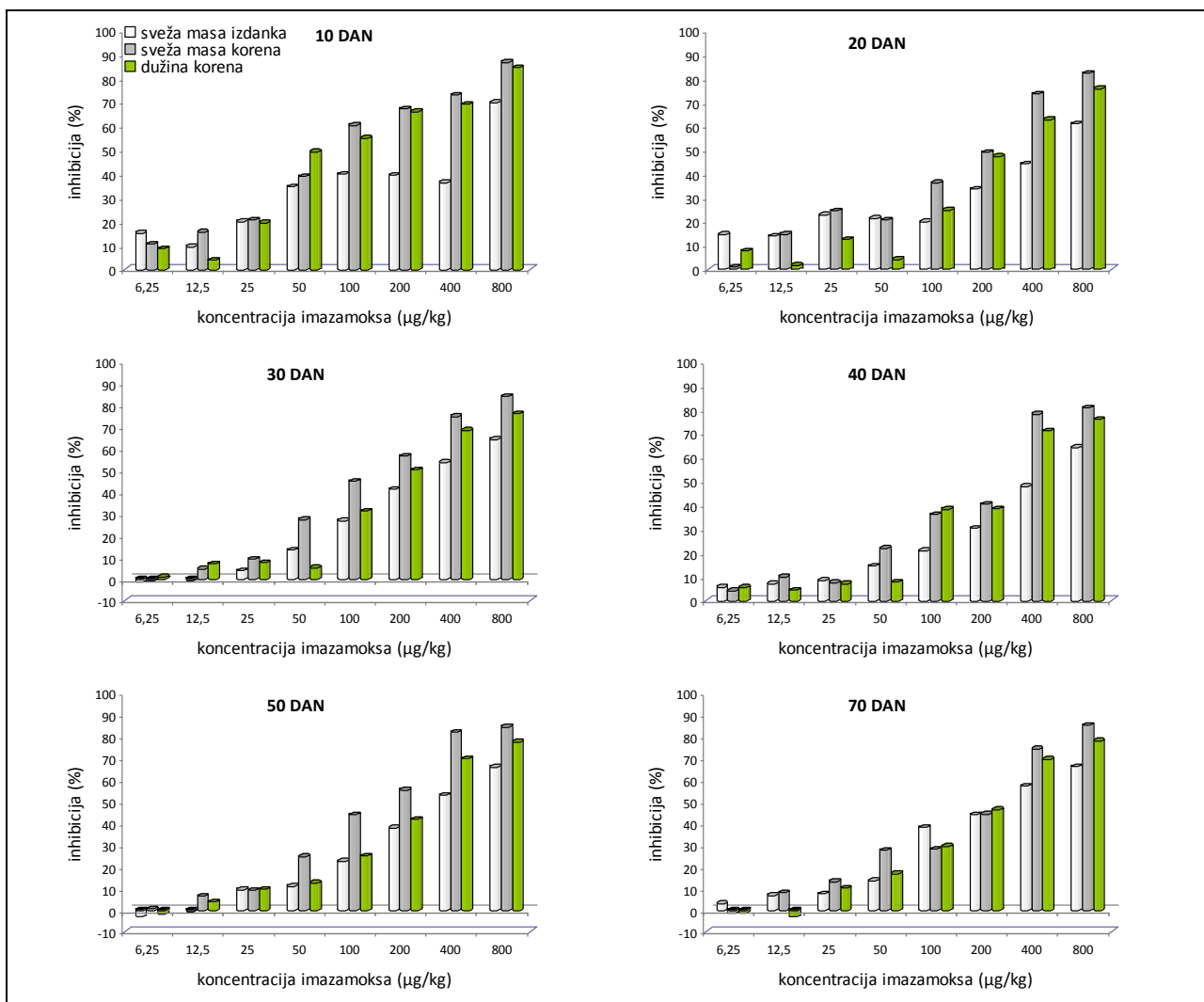
Statističkom analizom podataka i izračunavanjem vrednosti inhibicija vegetativnih i biohemijskih parametara za sve tri test biljke, za različite koncentracije imazamoksa u ilovači i peskuši, za sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, utvrđeno je da su najveći stepen osjetljivosti ispoljile biljke krastavca, dok su biljke paprike i paradajza bile manje osjetljive. Na osnovu dobijenih odgovora u ovom ogledu za praćenje degradacije imazamoksa biotest metodom kao test biljka odabran je krastavac.

#### **4.2.2. Dinamika degradacije imazamoksa (biotest metoda)**

##### **4.2.2.1. Vlažnost zemljišta 20% PVK**

Uticao ostataka imazamoksa u ilovači i peskuši, biotest metodom u kontrolisanim uslovima, praćen je 10, 20, 30, 40, 50 i 70 dana nakon primene herbicida. Mereni su sveža masa izdanka, sveža masa korena i dužina korena i sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama krastavca sa obzirom na to da su one pokazale najveću osjetljivost na prisustvo imazamoksa u zemljištu.

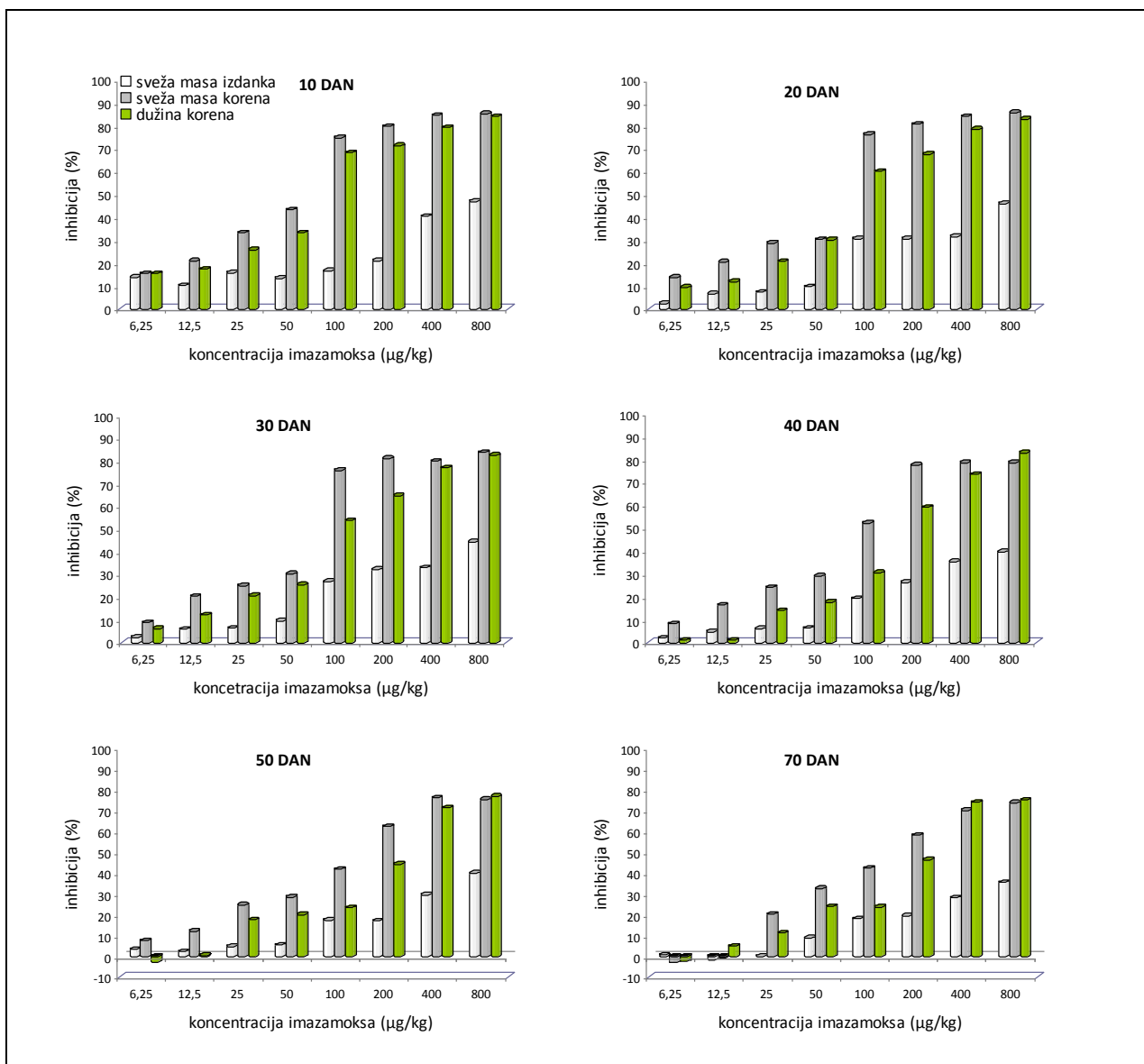
Najviša koncentracija imazamoksa (800 µg a.s./kg) 10 DNP u ilovastom zemljištu imala je najveći uticaj na smanjenje sveže mase korena (86,79%), zatim dužine korena (84,56%), dok je inhibicija sveže mase izdanka bila 69,77% (Grafikon 54). Visok stepen inhibicije za istu koncentraciju zabeležen je i kada su biljke gajene u ilovači 70 dana posle aplikacije herbicida, te je zabeleženo smanjenje sveže mase korena od 85,06%, dužine korena 77,90%, odnosno sveže mase izdanka 66,13%. Međutim, pod uticajem koncentracije od 200 µg a.s./kg 10 DNP zabeležena je inhibicija sveže mase i dužine korena od 66,15 – 67,30%, a sveže mase izdanka od 39,55%, dok je 70 DNP konstatovano smanjenje sva tri parametra bilo u opsegu 44,01 – 46,21%. Inhibitorni efekat za merene vegetativne parametre za koncentraciju 25 µg a.s./kg 10 DNP bio je u opsegu 19,69 – 20,75% dok je 30 - 70 DNP za ovu i niže koncentracije zabeleženo smanjenje ≤13,22% ili ga nije bilo (Grafikon 54).



**Graf. 54.** Uticaj ostataka imazamoksa nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 20% PVK na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

U peskovitom zemljištu, dve najviše koncentracije imazamoksa (400 i 800 µg a.s./kg) prouzrokovale su prilično ujednačenu redukciju sveže mase i dužine korena koja je 10 DNP bila 79,30 – 85,19%, 30 DNP 77,16 – 83,77%, dok je 70 DNP zabeleženo smanjenje u rasponu 70,10 – 75,13% (Grafikon 55). Međutim, za sledeće dve niže koncentracije (100 i 200 µg a.s./kg) konstatovana je izraženija redukcija sveže mase korena, te je tako 10 DNP zabeleženo smanjenje ovog parametra bilo 74,69 – 79,30%, a dužine korena 68,20 – 71,31%, 40 DNP sveža masa korena je redukovana 52,20 – 77,47%, a dužina korena 30,50 – 59,03%, dok je 70 DNP redukcija sveže mase korena bila 42,27 – 58,25%, odnosno dužine korena 23,68 – 46,43%.

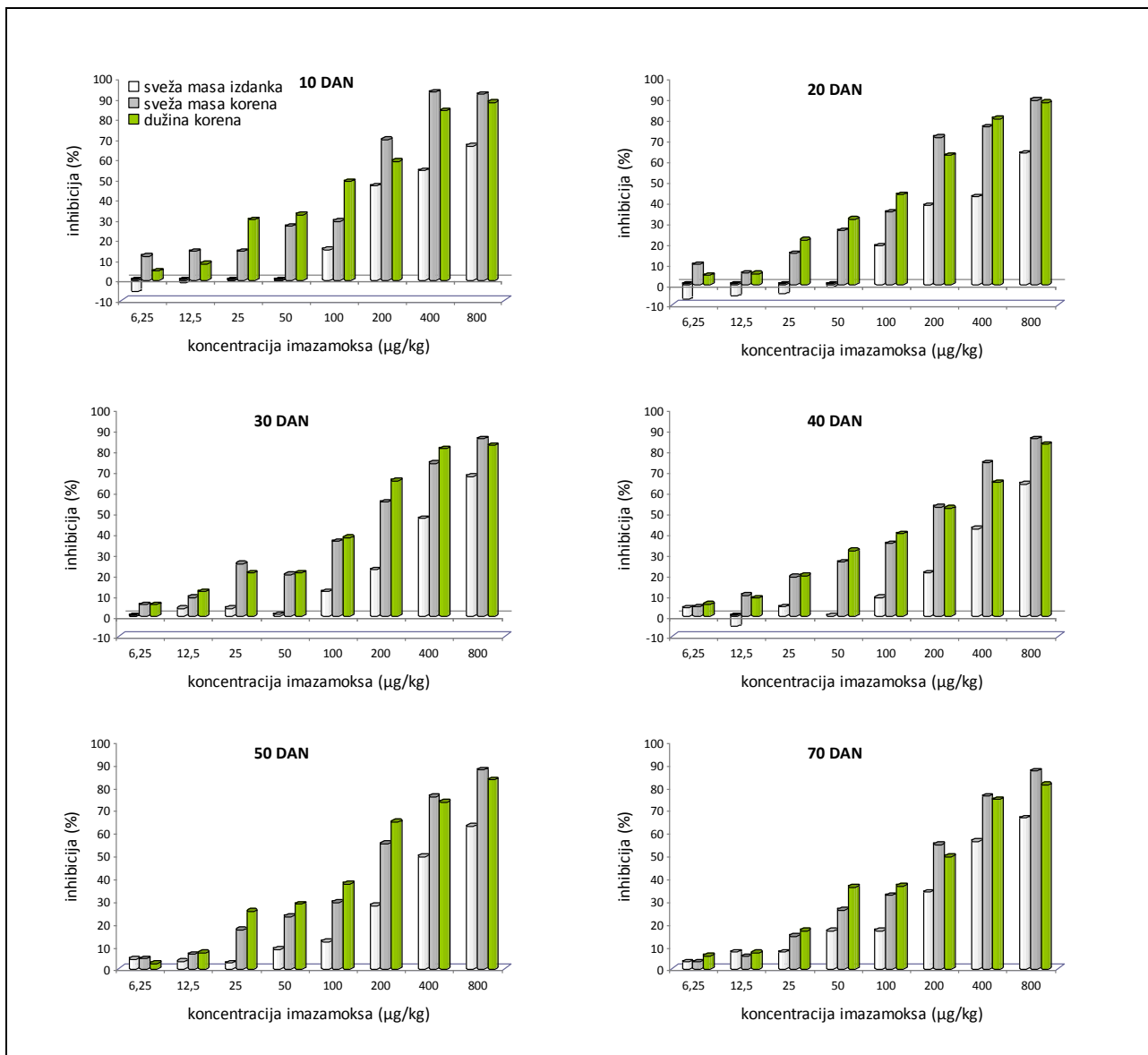
Sveža masa izdanka krastavca ispoljila je najmanju osetljivost na ostatke imazamoksa u peskuši. Tako je najviša koncentracija (800  $\mu\text{g a.s./kg}$ ) 10 DNP izazvala inhibiciju ovog parametra od 46,96%, 40 DNP 39,66%, a 70 dana posle aplikacije herbicida zabeležena je redukcija sveže mase izdanka od 35,52% (Grafikon 55).



**Grafikon 55.** Uticaj ostataka imazamoksa nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 20% PVK na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

#### 4.2.2.2. Vlažnost zemljišta 50% PVK

Na grafikonu 56 prikazan je stepen inhibicije vegetativnih parametara krastavca prouzrokovan prisustvom ostataka različitih koncentracija imazamoksa u ilovastom zemljištu nakon određenog perioda degradacije.



**Graf. 56.** Uticaj ostataka imazamoksa nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 50% PVK na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

Uočava se prilično ujednačen odgovor svakog pojedinačnog parametra tokom čitavog perioda izvođenja oglada. Najmanja osetljivost zabeležena je za svežu masu izdanka koja je pod uticajem dve najviše koncentracije imazamoksa 10 DNP redukovana 54,17 – 66,14%, 30 DNP 47,13 – 67,42% (Grafikon 56, Slika 13), ali i 70 DNP 56,04 – 66,28%. Takođe, za koncentracije 6,25 – 50  $\mu\text{g a.s./kg}$  10 – 40 DNP nije zabeleženo smanjenje sveže mase izdanka ili je ono bilo manje od 5%, dok je 50 i 70 DNP za iste koncentracije redukcija bila u rasponu 2,56 – 16,61%. Takođe, pod uticajem dve najviše koncentracije 10 DNP inhibicija dužine korena je bila 83,78 – 87,99%, 30 DNP 80,74 – 82,51%, a 70 dana posle aplikacije herbicida 74,49 – 80,84%.

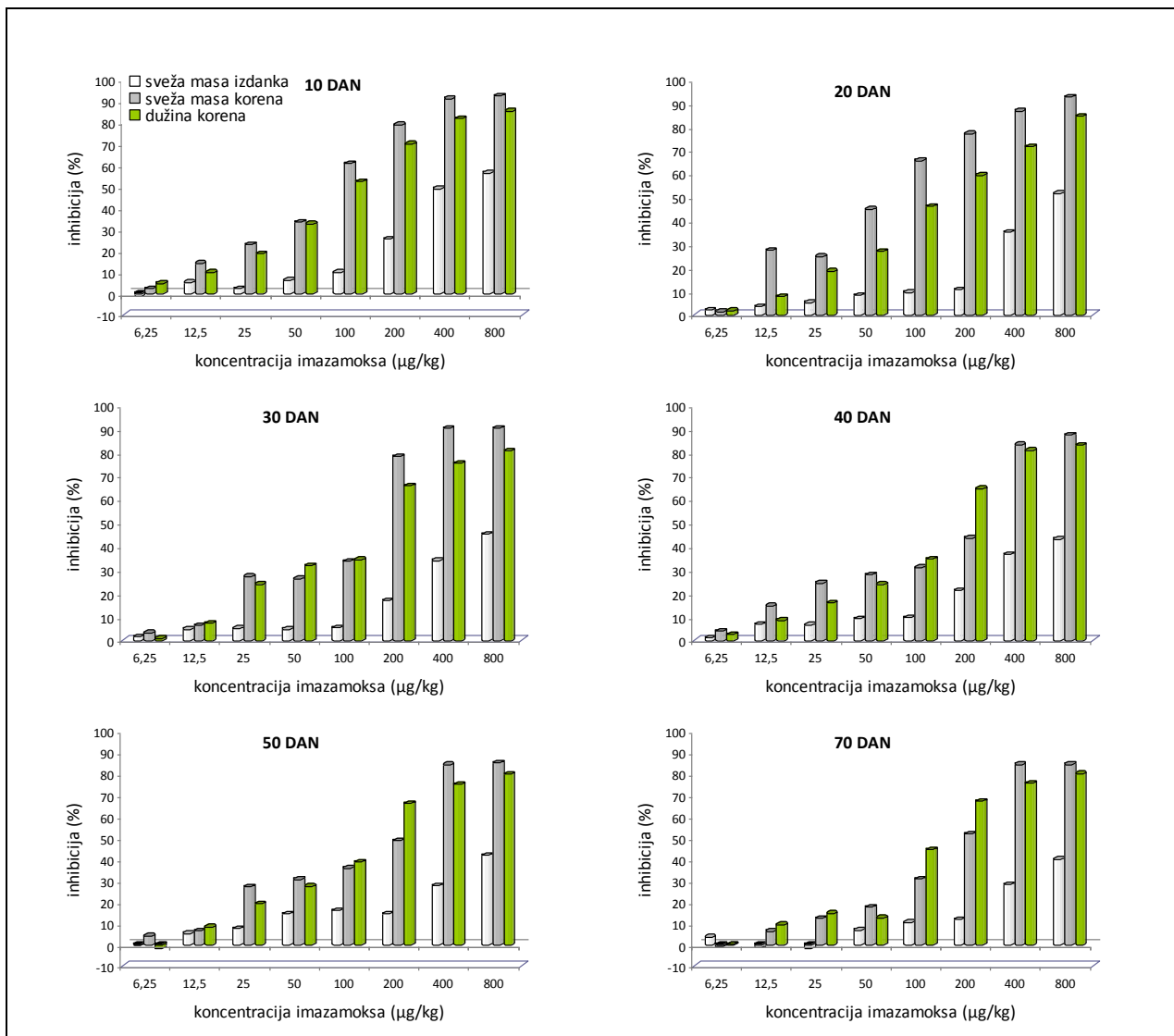
Najbolji pokazatelj delovanja imazamoksa bila je sveža masa korena jer je pod uticajem 400 i 800  $\mu\text{g a.s./kg}$  10 DNP zabeležena redukcija 91,93 – 93,17%, 30 DNP 73,87 – 85,59% (Grafikon 56, Slika 13), a 70 DNP 75,85 – 86,86%.



**Slika 13.** Uticaj različitih koncentracija imazamoksa 30 dana nakon primene u ilovači vlažnosti 50% PVK na biljke krastavca

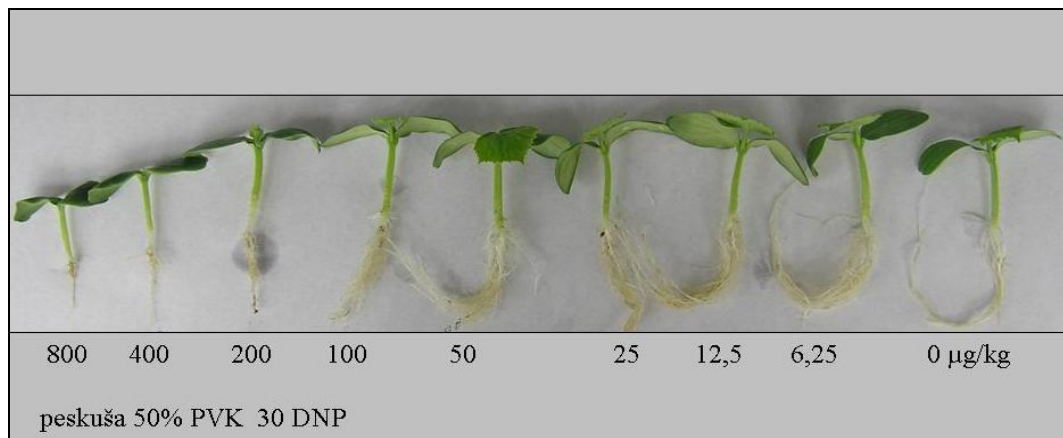
I kada su biljke krastavca gajene u peskovitom zemljištu u kome je vlažnost održavana na 50% PVK najmanja osetljivost na prisustvo ostataka imazamoksa zabeležena je na osnovu sveže mase izdanka jer je za koncentracije 400 i 800  $\mu\text{g a.s./kg}$  10 DNP redukcija bila 48,98 – 54,46%, 30 DNP 33,97 – 45,19% (Grafikon 57, Slika 14), a 70 dana nakon aplikacije herbicida 28,06 – 39,93%. Dužina korena je bila osetljiviji parametar te je konstatovana inhibicija za dve najviše koncentracije 10 DNP bila 81,93 – 85,33%, 30 DNP 75,38 – 80,64%, a 70 DNP 75,52 – 80,05%,

dok su koncentracije  $\leq 100 \mu\text{g a.s./kg}$  10 – 70 DNP izazvale smanjenje ovog parametra u odnosu na kontrolne biljke manje od 45%.



**Graf. 57.** Uticaj ostataka imazamoksa nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 50% PVK na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

Sveža masa korena krastavca pod uticajem 400 i 800  $\mu\text{g a.s./kg}$  imazamoksa 10 DNP redukovana je 91,23 – 92,40%, 30 DNP 90,32%, a 70 dana posle primene herbicida 84,31%. Takođe, visok stepen inhibicije ovog parametra zabeležen je i za koncentraciju 100  $\mu\text{g a.s./kg}$  10 i 20 DNP (60,82 – 65,60%), dok je 30 – 70 DNP inhibicija bila manja od 35% (Slika 14, Grafikon 57).

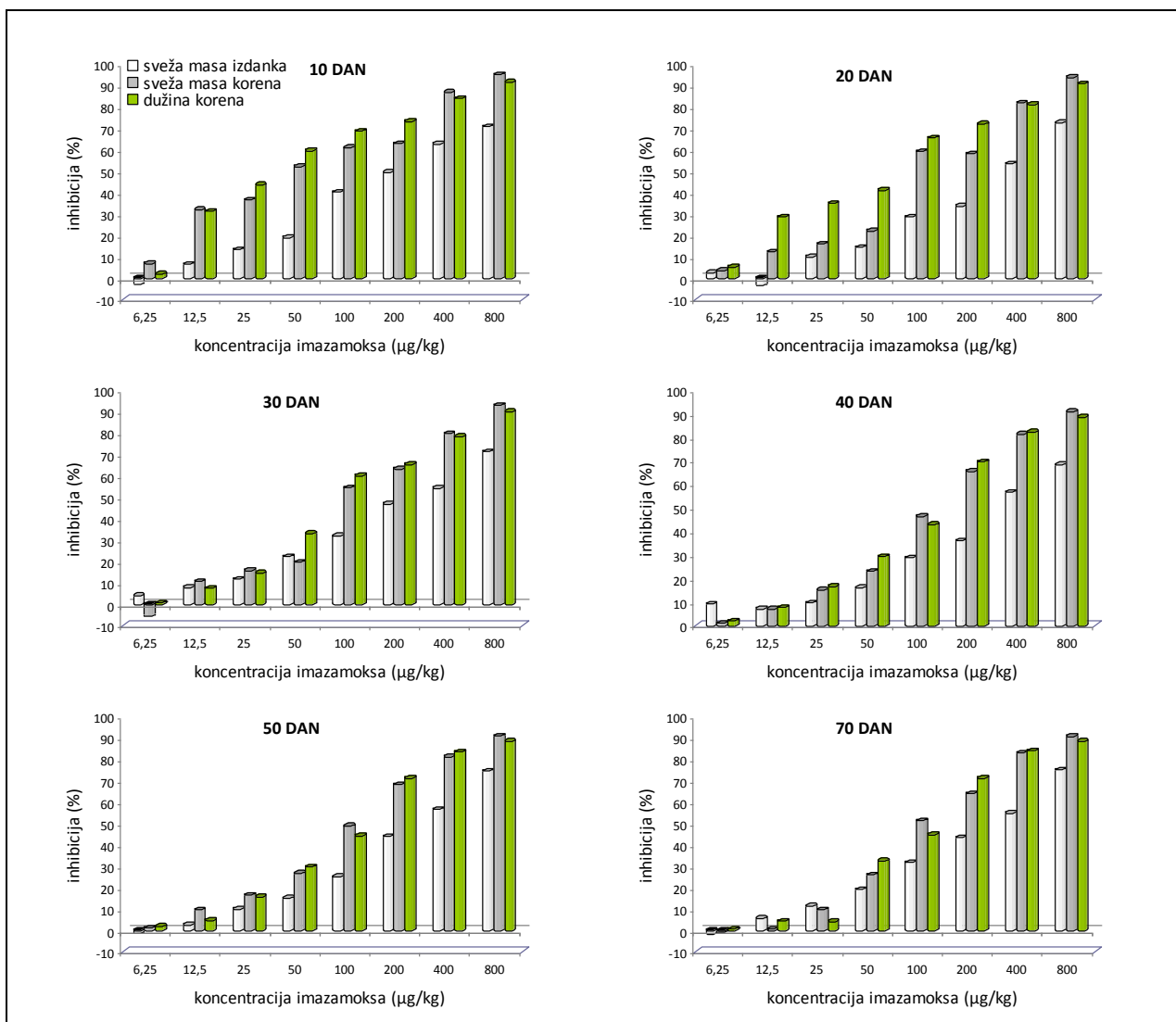


**Slika 14.** Uticaj različitih koncentracija imazamoksa 30 dana nakon primene u peskuši vlažnosti 50% PVK na biljke krastavca

#### 4.2.2.3. Vlažnost zemljišta 70% PVK

U ilovastom zemljištu kada je održavana visoka vlažnost zemljišta najviša koncentracija imazamoksa (800 µg a.s./kg) 10 DNP izazvala je smanjenje dužine korena krastavca za 91,54% i sveže mase korena za 94,97% u odnosu na kontrolne biljke (Grafikon 58). Visok stepen redukcije ovih parametara zabeležen je 20 – 50 DNP, a takođe i 70 dana nakon aplikacije herbicida kada je zabeležena inhibicija dužine korena 88,38%, a sveže mase korena 90,69%. Ista koncentracija 10 DNP izazvala je smanjenje sveže mase izdanka od 70,81%, a još izraženija redukcija (75%) zabeležena je 70 DNP imazamoksa.

Takođe, koncentracija od 12,5 µg a.s./kg 10 dana posle primene je izazvala inhibiciju sveže mase korena (32,08%) i dužine korena krastavca (31,29%), dok je za iste parametre 30 – 50 DNP konstatovano smanjenje manje od 10%, da bi 70 DNP inhibicija sveže mase korena bila 0,74%, a dužine korena 4,44% (Grafikon 58).

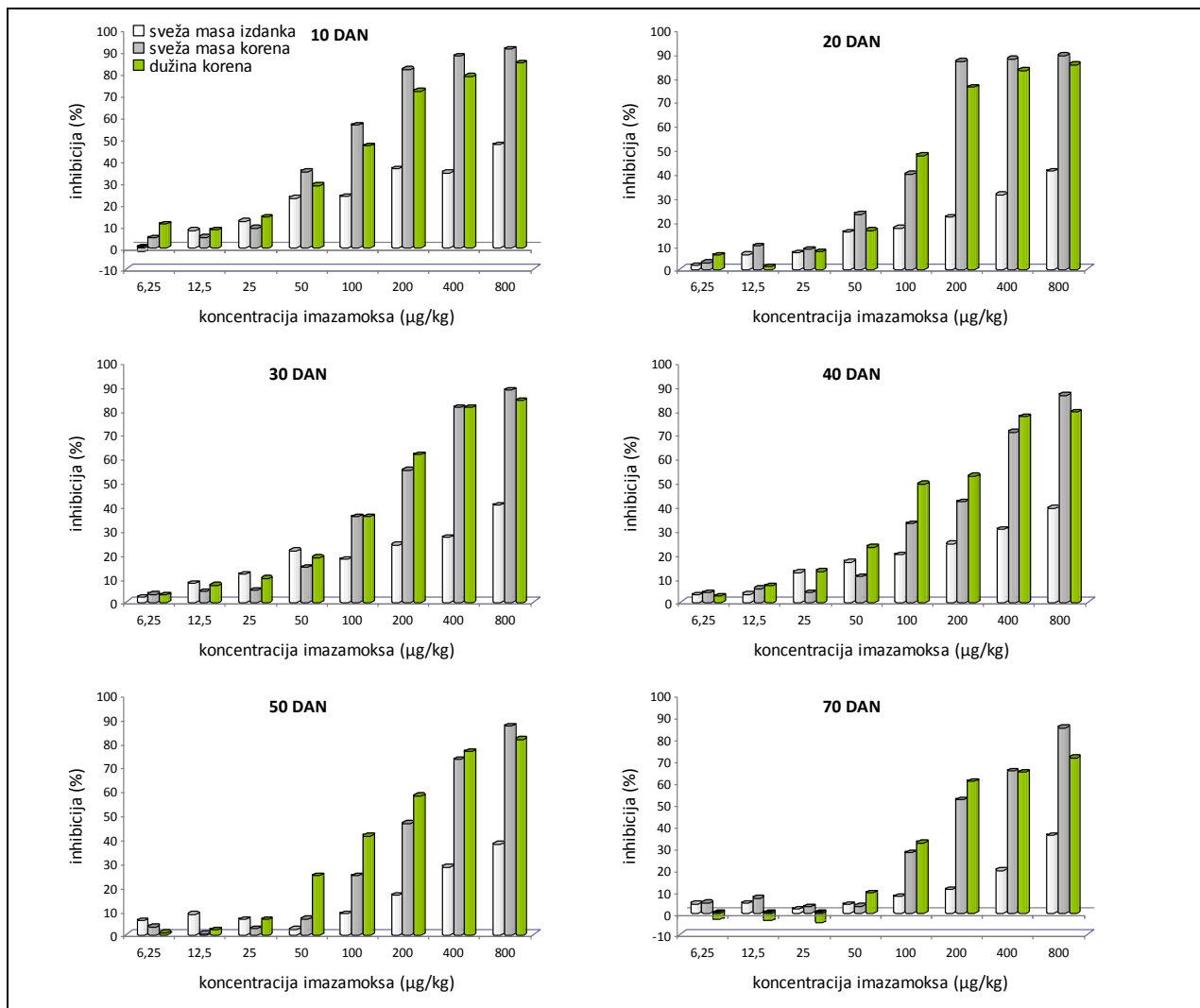


**Graf. 58.** Uticaj ostataka imazamoksa nakon degradacije (10-70 dana) u ilovači vlažnosti 70% PVK na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

U peskovitom zemljištu sa 70% PVK (Grafikon 59), koncentracije 200 – 800 µg a.s./kg 10 DNP inhibirale su dužinu korena 71,67 – 84,48%, 30 DNP 61,51 – 84,10%, a 70 DNP 60,20 – 71,17%. Iste koncentracije redukovale su i svežu masu korena 81,60 – 90,80% (10 DNP), 55,00 – 88,33% (30 DNP) i 51,83 – 84,86% (70 DNP). Najmanju osetljivost na ostatke imazamoksa pokazala je sveža masa izdanka jer je za koncentraciju 800 µg a.s./kg 10 DNP zabeležena inhibicija od 47%, 30 DNP 40,35%, a 70 dana posle primene ovog herbicida 35,42%. Za



koncentraciju 50  $\mu\text{g}$  a.s./kg 10 DNP redukcija sva tri vegetativna parametra je bila u opsegu od 22,61 – 34,80%, da bi 70 DNP bila manja od 10% (Grafikon 59).



**Graf. 59.** Uticaj ostataka imazamoksa nakon degradacije (10-70 dana) u peskuši vlažnosti 70% PVK na svežu masu izdanka, svežu masu korena i dužinu korena krastavca

Analizom podataka dobijenih merenjem vegetativnih parametara krastavca utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika ( $p < 0,05$ ) u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta, različitih koncentracija imazamoksa, kao i interakcija ovih faktora u različitim periodima degradacije (Tabele 37-42).

Nakon deset dana degradacije, na osnovu trofaktorijalne analize varijanse i vrednosti F-testa (Tabela 37) jasno se uočava visok stepen značajnosti sva tri faktora na svežu masu izdanka i svežu masu i dužinu korena krastavca. Na svežu masu izdanka najveći uticaj imao je tip zemljišta u kojem su biljke gajene, dok je na druga dva parametra najveći uticaj imala primenjena koncentracija imazamoksa. Uticaji ostataka različitih koncentracija imazamoksa u zavisnosti od tipa i vlažnosti zemljišta za svaki posmatrani parametar izračunati su pomoću Tukey testa i prikazani u tabelama P58 – P60.

**Tabela 37.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka imazamoksa nakon 10 dana degradacije na vegetativne parametre krastavca

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	409,39	0,000000	39,796	0,000000	184,48	0,000000
imazamoks (koncentracija)	128,44	0,000000	212,116	0,000000	429,48	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	99,00	0,000000	31,793	0,000000	66,57	0,000000
zemljište x imazamoks	19,73	0,000000	6,896	0,000000	15,53	0,000000
zemljište x vl. zemljišta	20,06	0,000000	72,307	0,000000	16,78	0,000000
imazamoks x vl. zemljišta	6,90	0,000000	3,568	0,000007	7,48	0,000000
zemlj. x imazamoks x vl.zemlj.	2,80	0,000324	4,154	0,000000	6,58	0,000000

I dvadeset dana posle aplikacije imazamoksa, na statistički značajne promene sveže mase izdanka najveći uticaj zadržao je tip zemljišta, a na parametre korena koncentracija herbicida, dok interakcija tipa i vlažnosti zemljišta nije statistički značajno uticala na svežu masu korena (Tabela 38, Tabele P61-P63).

**Tabela 38.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka imazamoksa nakon 20 dana degradacije na vegetativne parametre krastavca

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	443,67	0,000000	75,322	0,000000	57,317	0,000000
imazamoks (koncentracija)	82,58	0,000000	259,407	0,000000	171,977	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	143,05	0,000000	103,365	0,000000	127,967	0,000000
zemljište x imazamoks	14,94	0,000000	12,734	0,000000	2,278	0,022545
zemljište x vl. zemljišta	46,75	0,000000	2,776	0,064053	22,072	0,000000
imazamoks x vl. zemljišta	2,97	0,000145	6,379	0,000000	9,659	0,000000
zemlj. x imazamoks x vl.zemlj.	3,27	0,000033	3,404	0,000017	4,187	0,000000

Uticaj ostataka imazamoksa nakon 30 dana degradacije na svežu masu izdanka i svežu masu i dužinu korena prikazan je u tabelama P64 – P66. Trofaktorijalnom analizom varijanse utvrđeno je da na svežu masu izdanka vrlo značajno utiče tip zemljišta ali ne i interakcija ovog faktora sa sadržajem vlage kao ni interakcija tipa i vlažnosti zemljišta i koncentracije imazamoksa (Tabela 39). Na promene u dužini korena krastavca najveći uticaj imale su koncentracije herbicida ali ne i u interakciji sa tipom zemljišta na koji su aplicirane. Visoke vrednosti F-testa za tip zemljišta i koncentraciju imazamoksa ukazuju na značaj ovih faktora za nastale promene u svežoj masi korena krastavca.

**Tabela 39.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka imazamoksa nakon 30 dana degradacije na vegetativne parametre krastavca

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	614,17	0,000000	194,764	0,000000	32,55	0,000000
imazamoks (koncentracija)	111,04	0,000000	252,745	0,000000	408,89	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	89,89	0,000000	13,976	0,000002	49,75	0,000000
zemljište x imazamoks	24,81	0,000000	11,902	0,000000	1,53	0,147096
zemljište x vl. zemljišta	2,14	0,119201	29,652	0,000000	58,07	0,000000
imazamoks x vl. zemljišta	2,37	0,002515	3,131	0,000065	5,33	0,000000
zemlj. x imazamoks x vl.zemlj.	0,71	0,784412	4,911	0,000000	3,52	0,000009

Analizom podataka utvrđeno je da interakcija sva tri faktora nakon 40 dana degradacije imazamoksa nije imala statistički značajan uticaj ( $p > 0,05$ ) na svežu masu izdanka krastavca, dok interakcija različitih koncentracija imazamoksa i tipa zemljišta nije uticala na nastale promene u dužini i svežoj masi korena (Tabela 40). Statistička značajnost razlika vegetativnih parametara prikazana je u tabelama P67 – P69.

**Tabela 40.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka imazamoksa nakon 40 dana degradacije na vegetativne parametre krastavca

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	533,98	0,000000	42,518	0,000000	64,455	0,000000
imazamoks (koncentracija)	121,89	0,000000	223,984	0,000000	238,612	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	100,09	0,000000	78,839	0,000000	46,928	0,000000
zemljište x imazamoks	21,34	0,000000	0,751	0,646440	1,336	0,225439
zemljište x vl. zemljišta	38,71	0,000000	4,065	0,018220	9,210	0,000135
imazamoks x vl. zemljišta	1,86	0,024184	3,572	0,000007	4,357	0,000000
zemlj. x imazamoks x vl.zemlj.	1,07	0,385669	3,157	0,000057	2,060	0,010343

Takođe, i 50 dana posle primene imazamoksa, interakcija koncentracija herbicida i tipa zemljišta nije statistički značajno uticala ( $p < 0,05$ ) na svežu masu korena (Tabela 41). Najveći uticaj na svežu masu izdanka imao je tip zemljišta, a na dužinu korena značajno su uticale različite koncentracije imazamoksa. Statistička značajnost ispoljenih razlika za sve parametare određena je pomoću Tukey testa i prikazana je u tabelama P70 – P72.

**Tabela 41.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka imazamoksa nakon 50 dana degradacije na vegetativne parametre krastavca

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	713,15	0,000000	30,48	0,000000	23,53	0,000002
imazamoks (koncentracija)	154,65	0,000000	375,66	0,000000	386,97	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	109,58	0,000000	130,73	0,000000	23,21	0,000000
zemljište x imazamoks	41,30	0,000000	1,02	0,419473	2,11	0,035184
zemljište x vl. zemljišta	21,12	0,000000	32,65	0,000000	19,32	0,000000
imazamoks x vl. zemljišta	2,32	0,003163	6,83	0,000000	6,82	0,000000
zemlj. x imazamoks x vl.zemlj.	2,63	0,000764	4,31	0,000000	1,72	0,042886

Nakon 70 dana degradacije, sva tri faktora i njihove interakcije imali su statistički značajnog uticaja na promene posmatranih parametara (Tabela 42). Statistička značajnost razlika vegetativnih parametara, za oba tipa zemljišta, sva tri nivoa vlažnosti i različite koncentracije imazamoksa prikazana je u tabelama P73 – P75.

**Tabela 42.** Trofaktorijalna analiza varijanse uticaja ostataka imazamoksa nakon 70 dana degradacije na vegetativne parametre krastavca

Faktor	sveža masa izdanka		sveža masa korena		dužina korena	
	F	p	F	p	F	p
zemljište (tip)	1414,74	0,000000	166,28	0,000000	493,41	0,000000
imazamoks (koncentracija)	152,04	0,000000	337,31	0,000000	283,13	0,000000
vlažnost zemljišta (%PVK)	175,20	0,000000	307,95	0,000000	220,22	0,000000
zemljište x imazamoks	57,19	0,000000	11,43	0,000000	22,27	0,000000
zemljište x vl. zemljišta	87,42	0,000000	141,10	0,000000	216,25	0,000000
imazamoks x vl. zemljišta	3,11	0,000073	14,79	0,000000	14,34	0,000000
zemlj. x imazamoks x vl.zemlj.	3,15	0,000059	12,07	0,000000	15,05	0,000000

Za utvrđivanje zavisnosti promena vegetativnih parametara u odnosu na koncentracije imazamoksa u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, a nakon određenog perioda degradacije, korišćena je nelinearna regresija (3) na osnovu koje su izračunate  $EC_{50}$  vrednosti kao pokazatelj osetljivosti biljaka krastavca (Tabele 43-45). Sa obzirom na to da sveža masa izdnaka nije ispoljila izraženiju i ujednačenu osetljivost na primenjene koncentracije imazamoksa vrednosti efektivnih koncentracija izračunate su za parametre korena, odnosno svežu masu i dužinu korena.

Nakon deset dana degradacije, na osnovu  $EC_{50}$  vrednosti, u odnosu na svežu masu korena najveći stepen osetljivosti ispoljile su biljke koje su gajene u peskovitom zemljištu sa 20% PVK, dok je istom tipu zemljišta sa 50 i 70% PVK za postizanje istog efekta bilo potrebno dva puta više herbicida (Tabela 43).

**Tabela 43.** Vrednosti efektivnih koncentracija imazamoksa ( $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  i  $EC_{50}$ ) nakon 10 dana degradacije za svežu masu korena i dužinu korena krastavca

zemljište	PVK (%)	EC µg a.s./kg	mereni parametar	
			sveža masa korena	dužina korena
ilovača	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>7,49</b> ±1,47	<b>8,73</b> ±2,75
		$EC_{30} \pm SD$	<b>26,28</b> ±2,89	<b>27,72</b> ±4,91
		$EC_{50} \pm SD$	<b>57,79</b> ±4,94	<b>57,23</b> ±7,95
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>21,88</b> ±7,62	<b>9,92</b> ±3,03
		$EC_{30} \pm SD$	<b>50,96</b> ±13,23	<b>33,96</b> ±5,80
		$EC_{50} \pm SD$	<b>95,56</b> ±18,42	<b>73,50</b> ±9,87
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>3,30</b> ±1,43	<b>3,82</b> ±1,29
		$EC_{30} \pm SD$	<b>16,44</b> ±3,84	<b>13,90</b> ±2,59
		$EC_{50} \pm SD$	<b>44,99</b> ±7,63	<b>31,36</b> ±4,32
peskuša	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>5,83</b> ±1,58	<b>7,24</b> ±2,30
		$EC_{30} \pm SD$	<b>17,22</b> ±2,61	<b>22,70</b> ±4,05
		$EC_{50} \pm SD$	<b>33,97</b> ±3,97	<b>46,53</b> ±6,46
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>13,42</b> ±2,11	<b>13,54</b> ±1,32
		$EC_{30} \pm SD$	<b>34,48</b> ±3,09	<b>36,16</b> ±2,01
		$EC_{50} \pm SD$	<b>62,36</b> ±4,45	<b>67,00</b> ±2,96
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>21,28</b> ±2,08	<b>16,83</b> ±3,04
		$EC_{30} \pm SD$	<b>44,46</b> ±2,49	<b>42,67</b> ±4,39
		$EC_{50} \pm SD$	<b>70,61</b> ±3,17	<b>76,50</b> ±6,29

Sa druge strane, u ilovastom zemljištu, najveća osetljivost ovog parametra zabeležena je za biljke koje su gajene u vlažnom zemljištu (70% PVK). Takođe, kada je osetljivost praćena na

osnovu redukcije dužine korena najmanje vrednosti EC<sub>50</sub> izračunate su kod biljaka gajenih u ilovači sa 70% PVK i peskuši sa 20%PVK.

Kod biljaka gajenih u ilovači posle 40 dana od aplikacije imazamoksa, posmatrano za oba parametra, najmanje vrednosti EC<sub>50</sub> izračunate su kada je vlažnost zemljišta održavana na 70% PVK (Tabela 44), dok je koren biljaka koje su gajene u uslovima smanjene vlažnosti (20% PVK) ispoljio najmanju osetljivost na prisustvo ovog herbicida.

Sa druge strane, najveća osetljivost sveže mase korena, a na osnovu EC<sub>50</sub> vrednosti, bila je u peskovitom zemljištu sa 20% PVK, dok su za vlažnost 50, odnosno 70% PVK izračunate vrednosti bile dva, odnosno tri puta veće. Međutim, kada je osetljivost biljaka krastavca na prisustvo imazamoksa posmatrana na osnovu nastalih promena u dužini korena, najveća osetljivost ovog parametra je bila u najvlažnijem zemljištu, zatim u zemljištu sa 50% PVK, dok su najveće vrednosti EC<sub>50</sub> izračunate u peskuši sa 20% PVK (Tabela 44).

**Tabela 44.** Vrednosti efektivnih koncentracija imazamoksa (EC<sub>10</sub>, EC<sub>30</sub> i EC<sub>50</sub>) nakon 40 dana degradacije za svežu masu korena i dužinu korena krastavca

zemljište	PVK (%)	EC µg a.s./kg	mereni parametar	
			sveža masa korena	dužina korena
ilovača	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>23,88</b> ±8,58	<b>32,91</b> ±10,67
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>64,98</b> ±13,18	<b>77,63</b> ±14,31
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>121,79</b> ±19,74	<b>133,05</b> ±19,62
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>15,35</b> ±3,91	<b>10,42</b> ±2,52
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>50,85</b> ±7,22	<b>40,73</b> ±5,41
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>107,83</b> ±12,17	<b>95,87</b> ±10,02
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>20,46</b> ±2,18	<b>17,54</b> ±2,56
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>53,06</b> ±3,21	<b>46,49</b> ±3,85
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>96,51</b> ±4,67	<b>85,70</b> ±5,67
peskuša	20	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>10,33</b> ±3,26	<b>29,45</b> ±4,96
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>27,94</b> ±5,01	<b>69,46</b> ±6,66
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>52,19</b> ±7,41	<b>119,02</b> ±9,13
	50	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>13,77</b> ±7,25	<b>21,48</b> ±4,93
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>49,85</b> ±14,48	<b>53,55</b> ±6,99
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>111,84</b> ±25,78	<b>95,01</b> ±9,91
	70	EC <sub>10</sub> ±SD	<b>40,06</b> ±8,30	<b>17,73</b> ±4,00
		EC <sub>30</sub> ±SD	<b>95,30</b> ±11,16	<b>46,20</b> ±5,93
		EC <sub>50</sub> ±SD	<b>164,17</b> ±15,38	<b>84,28</b> ±8,64

I 70 DNP imazamoksa, na osnovu vrednosti  $EC_{50}$ , u odnosu na svežu masu korena najveći stepen osetljivosti ispoljile su biljke koje su gajene u peskuši sa 20% PVK (Tabela 45). U ilovastom zemljištu najveća osetljivost ovog parametra bila je kod biljaka kada je vlažnost zemljišta održavana na 70% PVK. Slične vrednosti  $EC_{50}$  dobijene su u ilovači sa 50 i 70% PVK, kada je kao parametar osetljivosti na prisustvo herbicida posmatrana dužina korena, kao i u peskovitom zemljištu sa 50% PVK. Na oba tipa zemljišta, najmanja redukcija dužine korena krastavca, odnosno najveće vrednosti  $EC_{50}$ , izračunate su kada su biljke gajene su uslovima smanjene vlažnosti (20% PVK), a što je prikazano u tabeli 45.

**Tabela 45.** Vrednosti efektivnih koncentracija imazamoksa ( $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  i  $EC_{50}$ ) nakon 70 dana degradacije za svežu masu korena i dužinu korena krastavca

zemljište	PVK (%)	EC $\mu\text{g a.s./kg}$	mereni parametar	
			sveža masa korena	dužina korena
ilovača	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>20,36</b> $\pm 7,05$	<b>30,50</b> $\pm 5,67$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>63,25</b> $\pm 12,21$	<b>74,42</b> $\pm 7,82$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>128,85</b> $\pm 19,88$	<b>130,27</b> $\pm 10,95$
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>21,59</b> $\pm 4,61$	<b>11,85</b> $\pm 4,01$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>61,34</b> $\pm 7,37$	<b>40,94</b> $\pm 7,71$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>118,12</b> $\pm 11,34$	<b>89,15</b> $\pm 13,27$
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>22,54</b> $\pm 2,80$	<b>23,17</b> $\pm 3,69$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>53,95</b> $\pm 3,82$	<b>51,99</b> $\pm 4,73$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>93,30</b> $\pm 5,29$	<b>86,35</b> $\pm 6,29$
peskuša	20	$EC_{10} \pm SD$	<b>12,51</b> $\pm 2,82$	<b>22,18</b> $\pm 7,70$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>34,31</b> $\pm 4,39$	<b>59,84</b> $\pm 11,74$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>64,63</b> $\pm 6,57$	<b>111,58</b> $\pm 17,50$
	50	$EC_{10} \pm SD$	<b>33,44</b> $\pm 8,18$	<b>28,01</b> $\pm 5,75$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>75,11</b> $\pm 10,47$	<b>57,70</b> $\pm 6,77$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>124,82</b> $\pm 13,94$	<b>90,83</b> $\pm 8,54$
	70	$EC_{10} \pm SD$	<b>48,17</b> $\pm 8,83$	<b>41,13</b> $\pm 3,99$
		$EC_{30} \pm SD$	<b>102,24</b> $\pm 10,67$	<b>72,15</b> $\pm 3,99$
		$EC_{50} \pm SD$	<b>163,97</b> $\pm 13,69$	<b>102,34</b> $\pm 4,54$

## 5. DISKUSIJA

### 5.1. OSETLJIVOST BILJAKA NA KLOMAZON

Najčešći mereni parametri u biotestu osetljivosti gajenih biljaka na ostatke herbicida u zemljištu uglavnom su sveža i suva masa izdanaka i/ili korena, kao i visina odnosno dužina izdanaka i/ili korena. Kod veoma osetljivih biljaka inhibicija merenog parametra ispoljava se već pri vrlo malim koncentracijama ispitivanog jedinjenja i postepeno se povećava sa porastom koncentracija herbicida. Time je omogućeno uspostavljanje regresione zavisnosti ovog parametra i primenjenih koncentracija herbicida. Različite koncentracije klomazona (0,047 – 6 mg a.s./kg zemljišta) na zemljištima tipa ilovača i peskuša u kojima je vlažnost održavana na 20, 50 i 70% PVK, nisu dovele do ujednačene inhibicije vegetativnih parametara, sveže i suve mase izdanaka krastavca, te se može zaključiti da ova biljna vrsta nije izrazito osetljiva na klomazon. Značajnija inhibicija pomenutih parametara utvrđena je samo za najveću ili dve poslednje u nizu primenjene koncentracije (3 i 6 mg a.s./kg), s tim što je izraženije smanjenje utvrđeno u peskovitom (54,02 – 97,62%) nego u ilovastom zemljištu (3,01 – 48,11%). Bez obzira na tip i vlažnost zemljišta, veću osetljivost na prisutvo klomazona ispoljila je suva masa nego sveža masa izdanaka. Smanjenu osetljivost krastavca na klomazon potvrdili su i Pornprom i saradnici (2010) na osnovu istraživanja u kojima su pratili uticaj ostataka ovog herbicida primenjenog godinu dana ranije u usevu soje, na klijanje i porast biljaka krastavca. Kako nisu utvrdili fitotoksične efekte, smatraju da se ova biljna vrsta može sejati u plodoredu sa sojom. Do sličnih zaključaka, a na osnovu dvogodišnjih istraživanja, došao je i Miller (2003).

Na osnovu rezultata ispitivanja o osetljivosti paprike utvrđeno je da ni ova biljna vrsta nije izrazito osetljiva na ostatke klomazona, a pogotovo u zemljištu koje je bogatije organskom materijom. U ilovastom zemljištu, za sva tri nivoa vlažnosti, inhibicija vegetativnih parametara bila je manja od 40%. Značajnije smanjenje sveže i suve mase izdanaka paprike zabeleženo je u peskuši i to kada je vlažnost održavana na 50, odnosno 70% PVK. Sa druge strane, utvrđena je vrlo jaka i izražena osetljivost paradajza na prisustvo klomazona u zemljištu. U peskovitom zemljištu, na svim nivoima vlažnosti, potpuno propadanje biljaka konstatovano je za sve koncentracije  $\geq 0,38$  mg a.s./kg, dok je u ilovači vlažnosti 50 i 70% PVK isti efekat postignut u varijantama u kojima je klomazon primenjen u količinama većim od 0,75 mg a.s./kg. U ilovastom zemljištu, kada je vlažnost održavana na 20% PVK, uvenuće biljaka bilo je pod uticajem dve



najviše koncentracije klomazona. Takođe, visoka inhibicija vegetativnih parametara zabeležena je i za nekoliko desetina puta niže koncentracije. U prilog stavu da je paradajz izrazito osetljiva vrsta na klomazon idu i istraživanja Weston i Barrett (1989). Ovi autori, u ogledima u stakleniku, utvrdili su izraženu osetljivost klijanaca paradajza na osnovu vizuelnih oštećenja u vidu veoma intenzivnih simptoma hloroze i nekroze već deset dana posle primene klomazona u količini od 0,1 kg a.s./ha, dok je za isti procenat oštećenja na klijancima paprike babure bilo potrebno 9,4 kg a.s./ha. Takođe, merenjem inhibicije suve mase biljaka, utvrdili su da su i 20 dana posle primene klomazona klijanci paprike u odnosu na klijance paradajza, bili 40 puta tolerantniji na prisustvo ovog herbicida, jer su izračunate  $GR_{50}$  vrednosti za papriku 5700 g a.s./ha, odnosno za paradajz 147 g a.s./ha.

U literaturi se može naći značajan broj istraživanja u kojima je na osnovu merenja vegetativnih parametara u biotest ogledima ispitivana osetljivost gajenih biljaka na klomazon. Tako su Gallandt i saradnici (1989) zabeležili smanjenje suve mase izdanaka ovasa i pšenice sa povećanjem koncentracije klomazona (100 – 800  $\mu$ g a.s./kg), dok za kukuruz, rotkvu i suncokret nisu dobijeni odgovori na osnovu kojih bi se mogla uspostaviti regresiona zavisnost između ispoljenog efekta i koncentracije herbicida, te smatraju da se ove tri vrste ne mogu koristiti za razvoj odgovarajućeg biotesta. Loux i saradnici (1989a) su utvrdili inhibiciju sveže mase pšenice pod uticajem klomazona, ali ni u ovom slučaju nije utvrđena zavisnost promene parametra za raspon koncentracija od 0 do 1200  $\mu$ g a.s./kg. Na osnovu rezultata dobijenih u biotestu u kojem su kao parametri osetljivosti na klomazon mereni sveža i suva masa izdanka suncokreta, kukuruza, pšenice i šećerne repe, Jovanović-Radovanov (2011) je konstatovala da se ove biljne vrste ne mogu okarakterisati kao izrazito osetljive. Naime, inhibicija merenih parametara za većinu vrsta uočena je samo za najveću ili tri poslednje u nizu koncentracije klomazona (360 – 720  $\mu$ g a.s./kg). Takođe, Gajić Umiljendić i saradnici (2012) ispitujući osetljivost kukuruza, suncokreta i ječma na prisustvo klomazona (0,12 – 12 mg a.s./kg) u zemljištu tipa ilovača (3,96% OM) su utvrdili inhibiciju vegetativnih parametara (visina, sveža i suva masa izdanka) samo pri koncentracijama većim od 6 mg a.s./kg. Isti autori (Gajić Umiljendić i sar., 2013), u znatno siromašnijem (0,91% OM) peskovitom zemljištu su potvrdili slabu osetljivost kukuruza na osnovu redukcije visine i suve mase izdanka i to za koncentracije veće od 2 mg a.s./kg. Međutim,

za razliku od ilovastog zemljišta, u peskuši su utvrdili statistički značajnu inhibiciju sva tri vegetativna parametra i kod suncokreta i kod ječma već pri najnižim koncentracijama klomazona.

Za pouzdan biotest, kao i potvrdu eventualne osetljivosti ispitivane biljne vrste na neki herbicid, pored vegetativnih parametara potrebno je pratiti i parametre koji proizlaze iz mehanizma delovanja samog herbicida. Sa obzirom na to da je klomazon svrstan u inhibitore biosinteze karotenoida i da prouzrokuje karakteristične simptome izbeljivanja listova osetljivih biljaka, takozvane „bleaching“ efekte, ispitan je i uticaj primenjenih koncentracija na sadržaj pigmenata (hlorofil *a* i *b* i karotenoidi).

Rezultati dobijeni u ogledima u kojima smo pratili uticaj klomazona u ilovači i peskuši na sadržaj pigmenata u listovima krastavca podudaraju se sa izračunatim inhibicijama vegetativnih parametara. Tako je i u ovom slučaju, u ilovastom zemljištu, a bez obzira na vlažnost zemljišta, značajnije smanjenje (44,71 – 83,72%) sva tri pigmenta zabeleženo samo za dve najviše koncentracije klomazona (3 i 6 mg a.s./kg). U peskovitom zemljištu, nešto veća inhibicija bila je u varijantama kada je vlažnost zemljišta održavana na 50, odnosno 70% PVK, za koncentracije veće od 1,5 mg a.s./kg. U prilog tezi da krastavac nije izrazito osetljiv na prisustvo klomazona u zemljištu idu i istraživanja Millera (2003), kao i Pornprom i saradnika (2010).

U brojnim istraživanjima (Weston i Barrett, 1989; Scott i sar., 1994; Ackley i sar., 1998; Cavero i sar., 2001) utvrđena je veoma mala osetljivost paprike na prisustvo klomazona u zemljištu, koja je potvrđena rezultatima merenja sadržaja pigmenata. U ilovastom zemljištu za sva tri nivoa vlažnosti zemljišta smanjenje pigmenata konstatovano je samo na najvišoj koncentraciji klomazona. U peskovitom zemljištu, klomazon primenjen u koncentracijama manjim od 0,75 mg a.s./kg nije inhibirao sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u listovima paprike, dok je značajnija inhibicija pigmenata utvrđena samo za najvišu koncentraciju ovog herbicida. Sa druge strane, potvrđena je osetljivost paradajza, te je osim potpunog uvenuća i propadanja biljaka na višim koncentracijama klomazona na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, utvrđeno i izbeljivanje listova i značajno smanjenje sadržaja pigmenata. Vrednosti  $EC_{50}$  za sva tri pigmenta kod paradajza nekoliko desetina puta su manje nego kod krastavca, dok kod paprike mereni parametri nisu ispoljili dovoljno visok stepen osetljivosti prema primenjenim koncentracijama klomazona te dobijeni podaci nisu bili pogodni za izračunavanje ovih vrednosti. Slične rezultate o osetljivosti klijanaca paradajza i paprike na različite koncentracije klomazona, a na osnovu

određivanja sadržaja ukupnog hlorofila i karotenoida dobili su Scott i saradnici (1994). Autori su utvrdili da iako nisu uočene značajne promene u visini i svežoj masi izdanaka, klomazon je u visokom procentu inhibirao stvaranje ukupnog hlorofila i karotenoida, i potvrdili su da su klijanci paprike bili 60 puta tolerantniji nego klijanci paradajza. Jovanović-Radovanov (2011) je utvrdila da je šećerna repa ispoljila slabu zavisnost inhibicije vegetativnih parametara (sveža i suva masa izdanka) sa promenom koncentracije klomazona, ali nasuprot tome znatno veću osetljivost u pogledu inhibicije sadržaja pigmenata, te autor smatra da se ova biljna vrsta, na osnovu fizioloških parametara, može okarakterisati kao dobar indikator i manjih količina klomazona u zemljištu. Do sličnih zaključaka u ogledu sa kukuruzom, suncokretom i ječmom došli su i Gajić Umiljendić i saradnici (2012, 2013).

Klomazon inhibira sintezu zajedničkog prekusora sva tri pigmenta (Ferhatoglu i Barrett, 2006), te je i ovde dobijenim rezultatima potvrđena usaglašenost u vrednostima izračunatih inhibicija sadržaja hlorofila *a* i *b* i karotenoida u listovima sve tri biljne vrste na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta. Kako se kao jedan od osnovnih kriterijuma dobre biotest metode ističe niska cena koštanja (Janjić, 2005), smatramo da se utvrđivanje osetljivosti biljaka na prisustvo klomazona može obaviti određivanjem sadržaja samo jednog pigmenta, a imajući u vidu mehanizam delovanja klomazona, to bi bio sadržaj karotenoida. U prilog ovoj tvrdnji idu i istraživanja Scott i Weston (1992), kao i Jovanović-Radovanov (2011).

## **5.2. DEGRADACIJA KLOMAZONA I OSTACI U ZEMLJIŠTU**

Istraživanja postojanosti herbicida u zemljištu najčešće imaju za cilj da utvrde sudbinu herbicida i posledice prisustva njihovih ostataka za naredne biljke u plodoredu. Oštećenja od ostataka klomazona na narednim usevima u plodoredu utvrđena su za više biljnih vrsta, ali su dobijeni rezultati veoma različiti, često i oprečni za istu biljnu vrstu. Kao mogući razlog, veliki broj autora navodi direktnu zavisnost perzistentnosti ovog jedinjenja od njegove dostupnosti u zemljištu, a koja je uslovljena stepenom adsorpcije (Loux i sar., 1989a,b; Mills i sar., 1989; Mills i Witt, 1989; Gallandt i sar., 1989; Ahrens i Fuerst, 1990; Kirksey i sar., 1996; Antonious, 2000; Gunasekara i sar., 2009). Dosadašnja istraživanja ukazala su na izraženu i visoku korelaciju između adsorptivnosti i sadržaja organske materije u zemljištu, ali i na znatno manji uticaj koji ima sadržaj gline u zemljištu. Takođe, na postojanost klomazona značajno utiče i sadržaj vlage u

zemljištu. Smanjena količina vlage nakon primene klomazona produžava postojanost, dok se sa povećanjem vlažnosti zemljišta u narednoj vegetacionoj sezoni aktiviraju ostaci ovog herbicida (Gunsolus i sar., 1986; Ahrens i Fuerst, 1990).

Uticao ostataka klomazona u ilovači i peskuši, u kojima je vlažnost održavana na 20, 50 i 70% PVK, biotest metodom praćen je 10, 20, 30, 40, 50 i 70 dana nakon primene herbicida. Kao parametri osetljivosti mereni su sveža i suva masa izdanka i sadržaj hlorofila *a* i *b* i karotenoida u biljkama paradajza sa obzirom na to da su one ispoljile najveću osetljivost na prisustvo klomazona u zemljištu. Takođe, dinamika degradacije klomazona praćena je i određivanjem količine ostataka herbicida u uzorcima ova dva tipa zemljišta gasno-masenom spektrometrijom.

U ilovači, u početnim danima posle primene klomazona (do 20 dana), dve najviše koncentracije i dalje su izazvale potpunu inhibiciju svih parametara, dok je samo u izrazito vlažnom zemljištu (70% PVK), ovaj trend zadržan i 40 DNP. Takođe, i utvrđeni sadržaj ovog herbicida analitičkom metodom bio je značajno veći u ilovači sa 70% PVK u odnosu na zemljišta u kojima je vlažnost održavana na 20 i 50% PVK. Ovo se može objasniti smanjenom adsorpcijom klomazona u vlažnijoj sredini u početnim danima nakon primene, kao i činjenicom da je samim tim herbicid više prisutan u zemljišnom rastvoru i dostupniji biljkama za usvajanje.

Rezultati dobijeni u ovom istraživanju u saglasnosti su sa rezultatima drugih istraživača da smanjena količina vlage u dužem periodu posle primene klomazona prouzrokuje izraženiju perzistentnost ovog jedinjenja (Mervosh i sar., 1995a, b; Cumming i sar., 2002). Sedamdeset dana posle primene herbicida, inhibicija fizioloških parametara bila je najizraženija u zemljištu u kojem je vlažnost bila 20% PVK, te je u varijantama u kojima je klomazon primenjen u koncentraciji 0,75 mg a.s./kg zabeležena inhibicija sadržaja pigmenata od 55%, dok je u ilovači sa 50 i 70% PVK ona bila manja od 14%.

U peskovitom zemljištu, u varijantama u kojima je vlažnost održavana na 20, odnosno 50% PVK, koncentracije od 3 i 6 mg a.s./kg prouzrokovale su sušenje i propadanje paradajza i 50 dana nakon primene klomazona. Značajno smanjenje svih parametara utvrđeno je i pod uticajem sledeće dve niže koncentracije. U istom zemljištu, ali u uslovima povećane vlažnosti (70% PVK), potpuni inhibitorni efekat konstatovan je 40 dana posle primene dve najviše koncentracije da bi inhibicija svih parametara, 70 dana posle primene ove dve koncentracije, bila manja od 74%.

U skladu sa ovako utvrđenim inhibicijama merenih parametara idu i izračunate vrednosti efektivnih koncentracija klomazona ( $EC_{50}$ ) za oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta. U početnim danima degradacije dobijene vrednosti  $EC_{50}$  bile su i do tri puta veće u ilovači nego u peskovitom zemljištu. Takođe, treba istaći i da je za istu koncentraciju klomazona i istu vlažnost kod oba tipa zemljišta, utvrđena količina klomazona bila veća u peskovitom zemljištu, što ukazuje na to da je sorpcija za čestice u zemljištu tipa ilovača značajno veća. Ako se u obzir uzmu fizičko-hemijske osobine ispitivanih zemljišta, odnosno uporedi sadržaj organske materije i gline kao glavnih sorbujućih komponenti zemljišta, ovakvi rezultati su se mogli očekivati, s obzirom na to da je ilovača bogatija u sadržaju obe ove komponente u odnosu na peskušu.

Do sličnih rezultata došli su i Loux i saradnici (1989a) koji su utvrdili i do 3,5 puta veću vrednost  $EC_{50}$  u biotestu sa pšenicom za zemljište koje je sadržavalo 5,8% u odnosu na zemljište sa 1,3% organske materije. S tim u vezi, isti autori (Loux i sar., 1989b), su u istraživanjima u kojima su ispitivali zavisnost adsorpcije klomazona od osobina zemljišta utvrdili da adsorpcija klomazona zavisi, pre svega, od sadržaja organske materije, ali i da postoji izraženi afinitet minerala gline prema klomazonu. Takođe, Kirksey i saradnici (1996) su zabeležili 22% veću adsorpciju klomazona u ilovastom zemljištu sa 2,2% organske materije, u odnosu na glinovito-ilovasto zemljište sa 1,7% organske materije, dok su Gunasekara i saradnici (2009) utvrdili slabu sorpciju ovog jedinjenja u peskovitom zemljištu.

Slične rezultata dobili su i Đurović i saradnici (2009) prateći uticaj sadržaja organske materije i gline u tri različita tipa zemljišta na procese adsorpcije klomazona. Detekcija i kvantifikacija ostataka pomoću gasno-masene spektrometrije pokazala je da različite fizičko-hemijske osobine zemljišta ne utiču u velikoj meri na sorpciju ovog herbicida ukoliko je prisutan u niskim koncentracijama. Međutim, kada se u zemljištu nađu veće količine ovog jedinjenja, na stepen adsorpcije, pored organske materije i gline, značajnog udela ima i sadržaj praha i peska.

U našim istraživanjima, utvrđeno je da količina klomazona opada u funkciji vremena kod oba tipa zemljišta, a kao posledica povećanja sorpcije molekula klomazona za čestice zemljišta i/ili pojačane degradacije ovog herbicida. S tim u vezi, nakon 70 dana degradacije i u ilovači i u peskuši izračunate su relativno bliske vrednosti  $EC_{50}$ .

Ovde dobijeni rezultati u saglasnosti su sa rezultatima Gallandt i saradnika (1989) koji su potvrdili bržu degradaciju i iščezavanje klomazona u zemljištu koje je imalo manji procenat

organske materije i gline, a veći sadržaj peska. Najmanja količina klomazona (0,6 kg/ha) u zemljištu sa manjim sadržajem organske materije bila je ispod granice detekcije (0,1 mg/kg) već posle dva meseca od primene, dok je u bogatijem zemljištu za potpuno iščezavanje bilo potrebno četiri meseca. Međutim, njihova istraživanja pokazala su da je najveća količina klomazona (2,2 kg/ha) primenjena u ovom biotestu, detektovana u koncentraciji od 0,1 mg/kg i šest meseci kasnije u zemljištu sa više organske materije, dok je u drugom tipu zemljišta, minimalna koncentracija klomazona zabeležena posle četiri meseca.

### **5.3. OSETLJIVOST BILJAKA NA IMAZAMOKS**

Ispitivanja u kojima je praćen uticaj imazamoksa u različitim koncentracijama (6,25 – 800 µg a.s./kg) na dva tipa zemljišta (ilovača i peskuša) i u različitim uslovima vlažnosti (20, 50 i 70% PVK), pokazala su da postoji značajna osetljivost sve tri ispitivane povrtarske vrste na prisustvo ovog herbicidnog jedinjenja. Na osnovu ispoljenih odgovora i utvrđenih inhibicija sveže mase izdanka, kao i sveže mase i dužine korena, može se reći da su paprika i paradajz ispoljili prilično ujednačenu osetljivost, dok je najveći stepen inhibicije sva tri vegetativna parametra utvrđen kod krastavca. Kod paprike, sveža masa korenaje ispoljila najveću osetljivost, osim u peskovitom zemljištu vlažnosti 70% PVK gde je najveća redukcija utvrđena za dužinu korena. I u varijantama u kojima je praćena osetljivost krastavca, na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, daleko veću osetljivost ispoljili su parametri korena, sa tim što je nešto veća inhibicija konstatovana za svežu masu nego za dužinu korena. Značajnije smanjenje sveže mase i dužine korena utvrđeno je i kod paradajza koji je gajen u peskovitom zemljištu, dok je u ilovači nešto veća osetljivost konstatovana za svežu masu izdanka, ali samo za dve najviše koncentracije imazamoksa.

Veća osetljivost korena nego izdanka osetljivih biljnih vrsta na prisustvo imidazolinona potvrđena je i u istraživanjima drugih autora. Tako su Gaston i saradnici (2002) utvrdili da su izduživanje i porast korena graška zaustavljeni već prvog dana po primeni imazetapira, dok je rast izdanka zaustavljen nakon tri dana. Jovanović-Radovanov i Elezović (2004) su ispitujući fitotoksično delovanje imazetapira na kukuruz ustanovili i do nekoliko desetina puta veće efektivne doze potrebne za redukciju izdanka, nego korena, te su izračunate ED<sub>50</sub> vrednosti za svežu masu korena, u zavisnosti od hibrida, bile u rasponu od 10,5 do 19,4 µg a.s./kg, dok su za

svežu masu izdanka bile od 187,2 do 502,4  $\mu\text{g a.s./kg}$ . Takođe, Jovanović-Radovanov (2011) i u ogleđima u kojima je praćena osetljivost pšenice, kukuruza, suncokreta, uljane repice, slaćice i šećerne repe na imazetapir, za sve ispitivane vrste potvrđuje da je koren osetljiviji od izdanka, s tim što istiće veću osetljivost sveže mase nego dućine korena. Do sličnih rezultata došao je i Mitrić (2011) konstatujući da je i do 14,6 puta veća doza imazetapira bila potrebna da bi redukovala rastenje izdanka bele slaćice za 50%, u odnosu na dozu potrebnu za redukciju korena. U literaturi postoji veliki broj istraživanja u kojima je osetljivost biljaka na imidazolinone utvrđivana upravo preko redukcije parametara izdanka, što je razumljivo ako se uzme u obzir to da je izdanak, kao nadzemni deo biljke, lako dostupan i pogodan za vizuelnu procenu eventualne fitotoksićnosti (Majek, 1988; Cole i sar., 1989; Vencill i sar., 1990; Alister i Kogan, 2005; Pannacci i sar., 2006). U prilog tome ide i ovde utvrđeno zaostajanje u porastu izraženo preko inhibicije sveže mase izdanka sve tri ispitivane biljne vrste na oba tipa i svim nivoima vlaćnosti zemljišta.

U literaturi nema adekvatnih podataka sa kojima bi se moglo izvršiti poređenje ovde dobijenih rezultata. Većina istraživanja u kojima je praćena osetljivost biljaka na imazamoks su poljski ogleđi u kojima su potencijalno osetljive biljne vrste sejane godinu ili više dana nakon skidanja useva u kojima je primenjjivan ovaj herbicid. Tako su O'Sullivan i saradnici (1998) u ispitivanjima u kojima su imazamoks, u kolićini od 35 g a.s./ha, primenjivali godinu dana ranije u usevu soje, konstatovali hlorozu listova i zaostajanje u porastu na biljkama paradajza ali i da ispoljeni vizuelni simptomi nisu bili veći od 10% te da nisu imali uticaja na prinos. Takođe, u istim ogleđima utvrdili su i da ostaci imazamoksa nisu izazvali nikakva oštećenja na biljkama krastavca. Do sličnih rezultata došao je i Greenland (2003) konstatujući da imazamoks, koji je primenjen u soji u preporučenoj (35 g a.s./ha) ali i dva, odnosno četiri puta većoj kolićini, nije imao uticaja na porast paradajza. Međutim, Colquhoun i saradnici (2003) smatraju da nakon primene imazamoksa treba napraviti pauzu od 18 meseci da bi se na tim površinama sejali krastavac, paprika, i paradajz. Ovu tvrdnju potvrdili su i rezultati u ovom istraživanju koji su ukazali na znaćajnu osetljivost sve tri biljne vrste na prisustvo imazamoksa u zemljištu. Najviša primenjena koncentracija (800  $\mu\text{g a.s./kg}$ ) u ovom biotestu, a koja odgovara kolićini primene u polju (40 g a.s./ha) izazvala je inhibiciju sveže mase i dućine korena paprike u opsegu od 46,99 do 80,85% u zavisnosti od tipa i vlaćnosti zemljišta, dok je porast korena paradajza inhibiran u

rasponu 44,44 – 77,44%. Još izraženije smanjenje porasta korena konstatovano je kod biljaka krastavca te je inhibicija sveže mase i dužine bila od 83,99 do 94%. Takođe, značajno je naglasiti i da su nekoliko puta niže koncentracije imazamoksa prouzrokovale inhibiciju merenih parametara korena veću od 50% i zaostajanje u porastu sve tri vrste.

Sa druge strane, u dosadašnjim istraživanjima u kojima je praćen uticaj ostataka herbicida iz grupe imidazolinona na porast i razviće povrtarskih vrsta mogu se naći različiti podaci o osetljivosti iste biljne vrste. Međutim, ono u čemu se većina autora slaže jeste da su vremenski uslovi i fizičko-hemijske osobine zemljišta, kako u godini primene imidazolinona, tako i u godini setve potencijalno osetljivih vrsta, ključni u ispoljavanju fitotoksičnih efekata. U ogleđima u kojima su pratili osetljivost krastavca na imazetapir, koji je primenjen jednu godinu ranije u soji u količini od 100 i 200 g a.s./ha, O'Sullivan i saradnici (1998) dobili su potpuno različite odgovore. U prvoj godini ogleđa, vizuelna oštećenja na biljkama krastavca bila su 55%, dok je u drugoj godini stepen oštećenja bio samo 5% za nižu, odnosno 20% za višu količinu primene. Ove rezultate objasnili su time da su u prvoj godini primene imazetapira bile velike suše i niska pH vrednost zemljišta, a što je uslovalo izraženiju persistentnost ovog herbicida, dok su u drugoj godini primene herbicida ukupne količine padavina bile za 172 mm veće od uobičajenih za to područje. Povećana vlažnost zemljišta uslovala je manju adsorpciju, mikrobiološka aktivnost je bila intenzivnija, degradacija brža, te je i ispoljena fitotoksičnost bila neuporedivo manja.

U ogleđima u kojima su pratili efikasnost imazetapira (36 – 69 g a.s./ha) u grašku i pasulju, Vencill i saradnici (1990) konstatuju vizuelna oštećenja i značajnu redukciju sveže mase izdanka krastavca koji je sejan godinu dana kasnije. Takođe, Majek (1988) je utvrdio značajna vizuelna oštećenja na biljkama krastavca, koje su sejane nakon žetve leguminoza u kojima je imazetapir (36 g a.s./ha) primenjen tri meseca ranije. I Kee i Rider (1988) su utvrdili fitotoksičnost krastavca kornišona koji su sejani tri meseca posle primene 36 do 100 g a.s. imazetapira/ha. Osetljivost paprike i paradajza na ostatke herbicida iz grupe imidazolinona nalazimo u ispitivanjima Alister i Kogan (2005). Ovi autori su konstatovali značajno smanjenje kako porasta biljaka tako i prinosa kada su ove dve vrste sejane godinu dana kasnije na površinama na kojima je u kukuruzu tolerantnom na imidazolinone primenjivana kombinacija herbicida imazapir i imazapik, kao i imazapir i imazetapir.



Primarni mehanizam delovanja imidazolinona jeste inhibicija acetolaktat sintetaze (ALS), enzima koji katališe biosintezu esencijalnih aminokiselina valina, leucina i izoleucina i na taj način utiče na sintezu proteina. Gaston i saradnici (2002) su proučavajući uticaj imazetapira na rastenje graška ustanovili da ovaj herbicid inhibira aktivnost ALS-a u listovima, na nivou od 45%, već prvog dana nakon tretiranja, da bi tri dana kasnije aktivnost bila potpuno zaustavljena. Oni su utvrdili da je imazetapir uzrokovao blagi pad koncentracije rastvorljivih proteina i visok porast slobodnih aminokiselina, kako u korenu, tako i u izdanku. Koncentracija slobodnih aminokiselina bila je i do 2,7 puta veća u listovima i korenu tretiranih nego kontrolnih biljaka.

Takođe, Shaner i Raider (1986) su ispitujući delovanje imazapira na klijance kukuruza, konstatovali da i male koncentracije ovog herbicida prouzrokuju smanjenje sadržaja proteina rastvorljivih u vodi i do 40%, a da istovremeno dolazi do povećanja sadržaja slobodnih aminokiselina oko 32%. Utvrđene promene bile su evidentne tokom prvih 24 časa u kojima su klijanci kukuruza bili izloženi ovom herbicidnom jedinjenju. Ovako dobijene rezultate, autori su doveli u vezu pretpostavkom da se u endospermu biljaka nalaze rezerve aminokiselina koje omogućavaju odvijanje procesa biosinteze proteina još neko vreme, iako je inhibirana biosinteza valina, leucina i izoleucina. A kako su u pitanju proteini drugačijeg sastava, biljka je u mogućnosti da do izvesne kritične granice toleriše smanjeni nivo određenih aminokiselina kao posledicu povećanja sadržaja drugih, te se na taj način može objasniti sporo uginjavanje osetljivih biljnih vrsta u polju. Scraponi i saradnici (2001) su u oglelima u kojima su ispitivali uticaj imizamoksa na kukuruz utvrdili statistički značajno smanjenje valina, leucina i izoleucina, kao i sadržaja ukupnih proteina (8,6%) u tretiranim biljkama kukuruza, ali i da su utvrđeni efekti bili na subletalnom nivou.

I u našim istraživanjima različite koncentracije imizamoksa na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, izazvale su promene u sadržaju proteina rastvorljivih u vodi kod sve tri ispitivane biljne vrste. Ipak, na osnovu dobijenih odgovora nije bilo moguće oceniti zavisnost promene sadržaja proteina sa porastom koncentracije herbicida. Tako je kod biljaka paprike, u ilovastom zemljištu kada je vlažnost održavana na 50% PVK, stepen inhibicije ovog parametra bio prilično ujednačen za raspon koncentracija od 12,5 do 400 µg a.s./kg. U varijantama u kojima je vlažnost ilovače održavana na 20, odnosno 70% PVK najveća redukcija sadržaja proteina zabeležena je za najnižu koncentraciju imizamoksa. U peskovitom zemljištu, utvrđene su manje

promene kako u odnosu na koncentracije imazamoksa, tako i na vlažnost zemljišta. Kada je vlažnost bila 50, odnosno 70% PVK, najveća inhibicija sadržaja proteina konstatovana je pod uticajem 200 µg a.s./kg, dok je u zemljištu sa 20% PVK isti efekat izazvala koncentracija od 25 µg a.s./kg. U listovima paradajza koji je gajen u ilovastom zemljištu, najveća inhibicija sadržaja rastvorljivih proteina utvrđena je pod uticajem koncentracija 25 – 100 µg a.s./kg, dok su u peskovitom zemljištu najveći inhibitorni efekat izazvale koncentracije 200 – 800 µg a.s./kg. Kod krastavca, stepen ispoljenih inhibicija bio je nešto veći pri nižim koncentracijama ( $\leq 100$  µg a.s./kg) i većoj vlažnosti zemljišta (50 i 70% PVK), kako u ilovači tako i u peskuši. Ipak dobijene razlike, u svim varijantama ogleđa, nisu bile u saglasnosti sa ispoljenom inhibicijom porasta biljka, a koja je utvrđena merenjem vegetativnih parametara. Sa tim u vezi, smatramo da praćenje nastalih promena u sadržaju proteina rastvorljivih u vodi nije pouzdan biohemijski parametar u biotest ogleđima u kojima se ispituje osetljivost gajenih biljnih vrsta na ostatke herbicida iz grupe inhibitora ALS-a.

#### **5.4. DEGRADACIJA IMAZAMOKSA I OSTACI U ZEMLJIŠTU**

Struktura zemljišta je veoma važan činilac u proceni sudbine herbicida. Za herbicide iz grupe imidazolinona, sadržaj organske materije i gline i pH vrednost zemljišta imaju najvažniju ulogu u njihovoj sorpciji, mobilnosti i perzistentnosti (Mangels, 1991; Che i sar., 1992; Johnson i sar., 2000; Bresnahan i sar., 2002; Kah i sar., 2007). Više autora istaklo je vrlo izraženu pozitivnu korelaciju između adsorptivnosti imidazolinona i sadržaja organske materije i gline, te da je dostupnost ovih herbicida biljkama veća u zemljištima sa manjim sadržajem organske materije, a perzistentnost kraća (Stougaard i sar., 1990; Mangels, 1991; Undabeytia i sar., 2004; Kah i Brown, 2006; Kah i sar., 2007). Takođe, u brojnim istraživanjima je utvrđeno da niže vrednosti pH zemljišta iniciraju povećanu sorpciju imidazolinolnih jedinjenja (Renner i sar., 1988; Loux i Reese, 1992; Johnson i sar., 2000).

U našim istraživanjima, uticaj ostataka imazamoksa u ilovači i peskuši, u kojima je vlažnost održavana na 20, 50 i 70% PVK, biotest metodom praćen je 10, 20, 30, 40, 50 i 70 dana nakon primene herbicida. Kao parametri osetljivosti mereni su sveža masa izdanka, kao i sveža masa i dužina korena krastavca, sa obzirom na to da je ova biljna vrsta ispoljila najveću osetljivost na prisustvo imazamoksa u zemljištu. U ilovastom zemljištu, na sva tri nivoa

vlažnosti, i 70 dana posle primene dve najviše koncentracije imazamoksa (400 i 800 µg a.s./kg) izazvale su inhibiciju porasta korena veću od 75%. Značajna inhibicija porasta korena u početnim danima posle primene imazamoksa (do 30 dana), utvrđena je i pod uticajem 200 µg a.s./kg. I u peskovitom zemljištu, inhibicije porasta korena veće od 70% zabeležene su i 70 dana nakon aplikacije 400 – 800 µg a.s. imazamoksa/kg zemljišta.

Utvrđene visoke vrednosti inhibicija merenih parametara, naročito u početnim danima nakon primene imazamoksa, mogle su biti očekivane ako se u obzir uzme to da su oba zemljišta korišćena u ovom istraživanju bila blago alkalne reakcije (vrednost pH veća od 7,1), što je uticalo na smanjenu inicijalnu adsorpciju te povećanu dostupnost ovog herbicida u zemljišnom rastvoru. Imazamoks se ponaša kao slaba kiselina te prisustvo i kiselinske i bazne funkcionalne grupe u molekulu ovog jedinjenja čini da pH vrednost zemljišta ima značajan uticaj na dostupnost i pokretljivost ovog jedinjenja te se adsorpcija u zemljištu povećava sa smanjenjem pH vrednosti. Ranija istraživanja ukazala su da sa smanjenjem pH zemljišta u rasponu od pH 8 do 3 dolazi do povećane sorpcije jedinjenja iz grupe imidazolinona (Renner i sar., 1988; Che i sar., 1992), a do sličnih zaključaka došli su i Loux i Reese (1992) konstatujući značajno smanjenje sorpcije imazakvina kada je pH zemljišta povećan sa 4,5 na vrednost blizu 6. Takođe, i Johnson i saradnici (2000) su proučavajući brzinu adsorpcije imazetapira pri različitim pH vrednostima peskovite ilovače, utvrdili brzu inicijalnu adsorpciju pri svim pH vrednostima, ali i to da je u zemljištu sa pH 6,8 deset dana nakon tretiranja u zemljišnom rastvoru i dalje bilo 22% primenjenog imazetapira, a nakon 30 dana 10%, dok to nije bio slučaj u zemljištima sa pH 4,8 i 5,5.

Na stepen adsorpcije i brzinu degradacije značajan uticaj ima i sadržaj organske materije i gline. Loux i saradnici (1989a) su proučavajući adsorptivnost i perzistentnost imazakvina i imazetapira u zemljištima sa različitim sadržajem organske materije, utvrdili veću dostupnost ovih herbicida biljkama u zemljištu sa manjim sadržajem organske materije, kao i kraću perzistentnost. Takođe, Goetz i saradnici (1990) potvrdili su sporiju razgradnju imazetapira u zemljištu sa većim sadržajem organske materije i gline, ali su istakli da povećanje sadržaja vlage u zemljištu intenzivira degradacione procese.

Sa tim u vezi idu i u ovom istraživanju dobijeni rezultati u kojima je u peskovitom zemljištu u kojem je vlažnost održavana na 20% PVK i 30 dana posle primene imazamoksa u

koncentraciji od 100 µg a.s./kg, sveža masa korena bila inhibirana 76%, dok je u zemljištu sa 50, odnosno 70% PVK inhibicija bila manja od 35%. Takođe, 70 dana posle primene imazamoksa u koncentracijama  $\leq 50$  µg a.s./kg, u varijantama u kojima je vlažnost peskuše održavana na 70% PVK, utvrđene inhibicije sva tri parametra bile su manje od 10% ili ih nije bilo.

## 6. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata koji su prikazani kao i njihovog razmatranja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Uticaj klomazona i imazamoksa na biljke paradajza, paprike i krastavca zavisio je od koncentracije herbicida, tipa i vlažnosti zemljišta.

- Paradajz je ispoljio vrlo izraženu osetljivost na klomazon. U peskuši, na svim nivoima vlažnosti zemljišta (20, 50 i 70% PVK), potpuno propadanje biljaka konstatovano je za sve koncentracije  $\geq 0,38$  mg a.s./kg. U ilovastom zemljištu vlažnosti 20% PVK, uvenuće biljaka utvrđeno je kod dve najviše koncentracije klomazona (3 i 6 mg a.s./kg), dok je za vlažnost 50 i 70% PVK isti efekat postignut kada je klomazon primenjen u količinama većim od 0,75 mg a.s./kg. Na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta visoka inhibicija vegetativnih parametara, izbeljivanje listova i značajno smanjenje sadržaja pigmenata zabeleženi su i za nekoliko desetina puta niže koncentracije.

- Krastavac je ispoljio umerenu osetljivost na prisustvo klomazona u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta. Značajnija inhibicija vegetativnih parametara (sveža i suva masa izdanka) utvrđena je samo za najveću ili dve poslednje koncentracije (3 i 6 mg a.s./kg), s tim što je izraženije smanjenje zabeleženo u peskovitom nego u ilovastom zemljištu. Bez obzira na tip i vlažnost zemljišta, veću osetljivost na prisustvo klomazona ispoljila je suva masa u odnosu na svežu masu izdanka. Stepem inhibicije sadržaja pigmenata (hlorofil *a* i *b* i karotenoidi) u listovima krastavca u saglasnosti je sa izračunatim inhibicijama vegetativnih parametara.

- Paprika nije izrazito osetljiva na prisustvo klomazona, pogotovo u zemljištu koje je bogatije organskom materijom. Značajnije smanjenje sveže i suve mase izdanaka paprike zabeleženo je u peskuši i to za vlažnost 50 i 70% PVK. Takođe, u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, smanjenje pigmenata zabeleženo je samo pod uticajem najviše koncentracije klomazona (6 mg a.s./kg).

- Izračunate vrednosti  $EC_{50}$  za sva tri pigmenta kod paradajza nekoliko desetina puta su manje nego kod krastavca, dok kod paprike mereni parametri nisu ispoljili dovoljno visok stepen osetljivosti prema primenjenim koncentracijama klomazona te dobijeni podaci nisu bili pogodni za izračunavanje ovih vrednosti. Sa tim u vezi, paprika se može svrstati u grupu malo osetljivih,

krastavac u grupu umereno osetljivih, a paradajz u grupu veoma osetljivih vrsta na prisustvo klomazona u zemljištu.

- U ispitivanjima o uticaju ostataka klomazona 10, 20, 30, 40, 50 i 70 DNP utvrđeno je da su u ilovači, u početnim danima (do 20 dana), dve najviše koncentracije i dalje izazvale potpunu inhibiciju svih parametara, dok je samo u izrazito vlažnom zemljištu (70% PVK), ovaj trend zadržan i 40 DNP. Takođe, i utvrđeni sadržaj ovog herbicida analitičkom metodom bio je značajno veći u ilovači sa 70% PVK u odnosu na varijante u kojima je vlažnost održavana na 20 i 50% PVK. Nakon 70 dana od primene herbicida u ovom tipu zemljišta, inhibicija fizioloških parametara bila je najizraženija za vlažnost 20% PVK. U peskovitom zemljištu, vlažnosti 20 i 50% PVK, koncentracije od 3 i 6 mg a.s./kg prouzrokovale su sušenje i propadanje biljaka paradajza i 50 dana nakon aplikacije klomazona, dok je u uslovima povećane vlažnosti (70% PVK), potpuni inhibitorni efekat zabeležen 40 dana posle primene dve najviše koncentracije.

- U početnim danima degradacije vrednosti  $EC_{50}$  bile su i do tri puta veće u ilovači nego u peskovitom zemljištu. Takođe, za istu koncentraciju i istu vlažnost zemljišta, utvrđena količina klomazona analitičkom metodom, bila je veća u peskovitom zemljištu, što ukazuje na to da je sorpcija za čestice u zemljištu tipa ilovača izraženija. Ako se u obzir uzmu fizičko-hemijska svojstva ispitivanih zemljišta, odnosno uporedi sadržaj organske materije i gline kao glavnih sorbujućih komponenti zemljišta, ovakvi rezultati su očekivani, s obzirom na to da je ilovača bogatija u sadržaju obe ove komponente u odnosu na peskušu.

- Količina klomazona opadala je u funkciji vremena u oba tipa zemljišta, kao posledica povećanja sorpcije molekula klomazona za čestice zemljišta i/ili pojačane degradacije ovog herbicida. Nakon 70 dana degradacije i u ilovači i u peskuši izračunate su relativno bliske vrednosti  $EC_{50}$ .

- Paradajz, paprika i krastavac ispoljili su značajnu osetljivost na prisustvo imazamoksa u zemljištima tipa ilovača i peskuša u kojima je vlažnost održavana na 20, 50 i 70% PVK. Visok stepen inhibicije sveže mase izdanka, kao i sveže mase i dužine korena zabeležen je kako za najvišu (800  $\mu\text{g}$  a.s./kg), tako i za nekoliko desetina puta niže koncentracije imazamoksa. Paradajz i paprika su ispoljili sličnu osetljivost i mogu se svrstati u grupu osetljivih biljaka, dok je najveća inhibicija sva tri vegetativna parametra konstatovana kod krastavca, te se ova biljna

vrsta može svrstati u grupu veoma osetljivih biljaka. Dobijeni rezultati ukazuju da su parametri korena pouzdanije merilo osetljivosti biljaka na prisustvo imazamoksa u zemljištu.

- Imazamoks primenjen u različitim koncentracijama na oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, izazvao je promene u sadržaju proteina rastvorljivih u vodi kod sve tri ispitivane biljne vrste. Na osnovu dobijenih odgovora nije bilo moguće uspostaviti zavisnost promene sadržaja proteina sa porastom koncentracije herbicida. Utvrđene razlike, u svim varijantama ogleđa, nisu bile u saglasnosti sa ispoljenom inhibicijom porasta biljaka, a koja je zabeležena merenjem vegetativnih parametara, tako da određivanje sadržaja proteina rastvorljivih u vodi nije pouzdan biohemijski parametar u biotest ogleđima u kojima se ispituje osetljivost biljaka na prisustvo imazamoksa u zemljištu.

- U ispitivanjima o uticaju ostataka imazamoksa 10, 20, 30, 40, 50 i 70 DNP utvrđeno je da su u oba tipa i sva tri nivoa vlažnosti zemljišta, i 70 dana posle primene dve najviše koncentracije imazamoksa (400 i 800  $\mu\text{g a.s./kg}$ ) izazvale značajnu inhibiciju parametara korena. Visoke vrednosti inhibicija merenih parametara, naročito u početnim danima nakon primene imazamoksa, rezultat su smanjene inicijalne adsorpcije te povećane dostupnosti ovog herbicida u zemljišnom rastvoru.

- Utvrđene vrednosti inhibicija parametara korena bile su nešto izraženije u peskovitom nego ilovastom tipu zemljišta, kao i u varijantama u kojima je vlažnost zemljišta održavana na 70% PVK. Dobijeni rezultati posledica su toga što na stepen adsorpcije i brzinu degradacije značajnog uticaja ima sadržaj organske materije u zemljištu, i to što se sa povećanjem sadržaja vlage u zemljištu intenziviraju degradacioni procesi.

## 7. LITERATURA

**Ackley, J.A., Wilson, H.P. and Hines, T.E.:** Weed management in transplanted bell pepper (*Capsicum frutescens*) with clomazone and rimsulfuron. *Weed Technology*, 12: 458-462, 1998.

**Ahrens, W.H. and Fuerst, E.P.:** Carryover injury of clomazone applied in soybeans (*Glycine max*) and fallow. *Weed Technology*, 4: 855-861, 1990.

**Aichele, T.M. and Penner, D.:** Adsorption, desorption and degradation of imidazolinones in soil. *Weed Technology*, 19: 154-159, 2005.

**Alister, C. and Kogan, M.:** Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover on rotational crops. *Crop Protection*, 24: 375-379, 2005.

**Anderson, P.C. and Hibberd, K.A.:** Evidence for the interaction of an imidazolinone with leucine, valine, and isoleucine metabolism. *Weed Science*, 33: 468-471, 1985.

**Anderson, T.H.:** Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 285-293, 2003.

**Andres, A., Concenço, G., Theisen, G., Vidotto, F. and Ferrero, A.:** Selectivity and weed control efficacy of pre- and post-emergence applications of clomazone in Southern Brazil. *Crop Protection*, 53: 103-108, 2013.

**Antonious, G.F.:** Clomazone residues in soil and runoff: measurement and mitigation. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 64: 168-175, 2000.

**Armel, G.R, Rardon, P.L., McComrick, M.C. and Ferry, N.M.:** Differential response of several carotenoid biosynthesis inhibitors in mixtures with atrazine. *Weed Technology*, 21: 947-953, 2007.

**Ayeni, A.O., Majek, B.A. and Hammerstedt, J.:** Rainfall influence on imazethapyr bioactivity in New Jersey. *Weed Science*, 46: 581-586, 1998.

**Ayeni, A.O. and Yakubu, A.I.:** Influence of soil type on activity of imazethapyr on maize. *Nigerian Journal of Weed Science*, 8: 19-25, 1995.

**Ball, D.A., Yenish, J.P. and Alby III, Th.:** Effect of imazamox soil persistence on dryland rotational crops. *Weed Technology*, 17: 161-165, 2003.

**Barraclough, D., Kearney, Th. and Croxford, A.:** Bound residues: environmental solution or future problem. *Environmental Pollution*, 133: 85-90, 2005.



**Barth, M.M., Weston, L.A., Zhuang, H.:** Influence of clomazone herbicide on postharvest quality of processing squash and pumpkin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 2389-2393, 1995.

**Basham, G. and Lavy, T.L.:** Microbial and photolytic dissipation of imazaquin in soil. *Weed Science*, 35: 865-870, 1987.

**Baughman, T.A. and Shaw, D.R.:** Effect of wetting/drying cycles on dissipation patterns of bioavailable imazaquin. *Weed Science*, 44: 380-382, 1996.

**Beck, L., Römbke, J., Bruere, A.M. and Mulder, C.:** Considerations for the use of soil ecological classification and assessment concepts in soil protection. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 62: 189-200, 2005.

**Bergström, L. and Stenström, J.:** Environmental fate of chemical in soil. *Ambio*, 27: 16-23, 1998.

**Beulke, S., Brown, C.D., Fryer, C.J., Beinum, W.V.:** Influence of kinetic sorption and diffusion on pesticide movement through aggregated soils. *Chemosphere*, 57: 481-490, 2004.

**Blackshaw, R.E.:** Postemergence weed control in pea (*Pisum sativum*) with imazamox. *Weed Technology*, 12: 64-68, 1998.

**Bollich, P.K., Jordan, D.L., Walker, D.M. and Burns, A.B.:** Rice (*Oryza sativa*) response to the microencapsulated formulated clomazone. *Weed Technology*, 14: 89-93, 2000.

**Böger, P. and Sandmann, D.:** Pigment biosynthesis and herbicide interaction. *Photosynthetica*, 28: 481-493, 1993.

**Böhme, L., Langer, U. and Böhme, F.:** Microbial biomass, enzyme activities and microbial community structure in two European long-term field experiments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 109: 141-152, 2005.

**Bradford, M. M.:** A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 255-260, 1976.

**Bresnahan, G.A., Koskinen, W.C., Dexter, A.G. and Lueschen, W.E.:** Influence of soil pH-sorption interactions on imazethapyr carryover. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 1929-1934, 2000.

**Bresnahan, G., Dexter, A., Koskinen, W. and Lueschen, W.:** Influence of soil pH-sorption interactions on the carry-over of fresh and aged soil residues of imazamox. *Weed Research* 42: 45-51, 2002.

**Cantwell, J.R., Libel, R.A. and Slife F.W.:** Imazethapyr for weed control in soybean (*Glycine max*). Weed Technology, 3: 596–601, 1989a.

**Cantwell, J.R., Libel, R.A. and Slife F.W.:** Biodegradation characteristics of imazaquin and imazethapyr. Weed Science, 37: 815–819, 1989b.

**Carter, A.D.:** Herbicide movement in soils: principles, pathways and processes. Weed Research, 40: 113-122, 2000.

**Cavero, J., Aibar, j., Gutierrez, M., Fernandez-Cavada, S., Sopeña, J.M., Pardo, A., Suso, M.L. and Zaragoza, C.:** Tolerance of direct-seeded paprika pepper (*Capsicum annuum*) to clomazone applied preemergence. Weed Technology, 15: 30-35, 2001.

**Che, M., Loux, M.M., Traina, S.J. and Logan, T.J.:** Effect of pH on sorption and desorption of imazaquin and imazethapyr on clays and humic acid. Journal of Environmental Quality, 21: 698-703, 1992.

**Cobucci, T., Prates, H.T., Falcão, C.L.M. and Rezende, M.M.V.:** Effect of imazamox, fomesafen and acifluorfen soil residue on rotational crops. Weed Science, 46: 258-263, 1998.

**Cole, A.T., Wehtje, R.G., Wilcut, W.J. and Hicks, T.V.:** Behavior of imazethapyr in soybeans (*Glycine max*), peanuts (*Arachis hypogea*) and selected weeds. Weed Science, 37: 639-644, 1989.

**Colquhoun, J., Mallory-Smith, C. and Ball, D.:** Weed management in Clearfield™ wheat with imazamox. Extension Service, Columbia Basin Agricultural Research Center, Oregon State University, May 2003.

**Cumming, J.P, Doyle, R.B. and Brown, P.H.:** Clomazone dissipation in four Tasmanian topsoils. Weed Science, 50: 405-409, 2002.

**Curran, W.S., Knake, E.L. and Liebl, R.A.:** Corn (*Zea mays*) Injury Following Use of Clomazone, Chlorimuron, Imazaquin and Imazethapyr. Weed Technology, 5: 539-544, 1991.

**Curran, W.S., Liebl, R.A. and Simmons F.W.:** Effect of tillage and application method on clomazone, imazaquin and imazethapyr persistence. Weed Science, 40: 482-489, 1992.

**Deeds, Z.A., Al-Khatib, K., Peterson, D.E. and Stahlman, Ph.W.:** Wheat response to simulated drift of glyphosate and imazamox applied at two growth stages. Weed Technology, 20: 23-31, 2006.

**Duke, S.O., Kenyon, W.H and Paul, R.N.:** FMC 57020 effects on chloroplast development in pitted morningglory (*Ipomea lacunose*) cotyledons. Weed Science, 33: 786-794, 1985.

**Đurović, R., Gajić Umiljendić, J. and Đorđević, T.:** Effects of organic matter and clay content in soil on pesticide adsorption process. Pesticides and Phytomedicine, 24: 51-58, 2009.

**Đurović, R., Gajić Umiljendić, J., Cupać, S. i Ignjatović, Lj.:** Solid phase microextraction as an efficient method for characterization of the interaction of pesticides with different soil types. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 21: 985-994, 2010.

**Eberlein, Ch.V., Guttieri, M.J., Berger, Ph.H., Fellman, J.K., Mallory-Smith, C.A., Thill, D.C., Baerg, R.J. and Belknap, W.R.:** Physiological consequences of mutation for ALS-inhibitor resistance. *Weed Science*, 47: 383-392, 1999.

**EC - European Commission, Health&Consumer Protection:** Review report for the active substance imazamox. Directorate E – Food Safety: plant health, animal health and welfare, international questions, E1 - Plant health, 1-24, 2002.

**EFSA Scientific Report:** Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance clomazone. Conclusion on the peer review of clomazone, 109: 1-73, 2007.

**Ferhatoglu, Y. and Barrett, M.:** Studies of clomazone mode of action. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 85: 7-14, 2006.

**Fletcher, J.S., Pfleeger, T.G. and Ratsch, H.C.:** Potential environmental risk associated with the new sulfonylurea herbicides. *Environmental Science and Technology*, 27: 2250-2252, 1993.

**Flint, J.L. and Witt, W.W.:** Microbial degradation of imazaquin and imazethapyr. *Weed Science*, 45: 586-591, 1997.

**Franzaring, J., Kauf, Z., Holz, I., Weller, S. and Fangmeier, A.:** Hazardous doses of the herbicide imazamox in wild plant species and oilseed rape cultivars. *Proceedings 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control*, March 13-15, Braunschweig, Germany, Julius-Kühn Archiv, 434: 369-376, 2012.

**Frost, P. and Barnes, G.:** Evaluation of new herbicides for management of black nightshade (*Solanum nigrum*) in processing tomatoes. *Acta Horticulturae*, 613: 201-203, 2003.

**Gajić Umiljendić, J., Jovanović-Radovanov, K., Radivojević, Lj., Šantrić, Lj., Đurović, R. and Đorđević T.:** Maize, sunflower and barley sensitivity to residual activity of clomazone in soil. *Pesticides and Phytomedicine*, 27: 157-165, 2012.

**Gajić Umiljendić, J., Radivojević, Lj., Đorđević T., Jovanović-Radovanov, K., Šantrić, Lj., Đurović-Pejčev, R. and Elezović, I.:** A bioassay technique to study clomazone residues in sandy loam soil. *Pesticides and Phytomedicine*, 28: 203-211, 2013.

**Gan, J., Weimer, M.R., Koskinen, W.C., Buhler, D.D., Wyse, D.L. and Becker, R.L.:** Sorption and desorption of imazethapyr and 5-hydroxyimazethapyr in Minnesota soils. *Weed Science*, 42: 92-97, 1994.

- Gaston, S., Zabalza, A., Gonzalez, E.M., Arrese-Igor, C., Aparicio-Tejo, M.P. and Royuela, M.:** Imazethapyr, an inhibitor of the branched-chain amino acid biosynthesis, induces aerobic fermentation in pea plants. *Physiologia plantarum*, 114: 524-532, 2002.
- Gavrilesku, M.:** Fate of pesticides in the environment and its bioremediation. *Engineering in Life Science*, 5: 497-526, 2005.
- Gallaher, K. and Mueller, T.C.:** Effect of crop presence on persistence of atrazine, metribuzin and clomazone in surface soil. *Weed Science*, 44: 698-703, 1996.
- Gallandt, E.R., Fay, P.K. and Inskeep, W.P.:** Clomazone dissipation in two Montana soils. *Weed Technology*, 3: 146-150, 1989.
- Gevao, B., Semple, K.T. and Jones, K.C.:** Bound pesticide residues in soils: a review. *Environmental Pollution*, 108: 3-14, 2000.
- Goetz, A.J., Lavy, T.L. and Gbur Jr., E.E.:** Degradation and field persistence of imazethapyr. *Weed Science*, 38: 421-428, 1990.
- Greenland, R.G.:** Injury to vegetable crops from herbicides applied in previous years. *Weed Technology*, 17: 73-78, 2003.
- Gunasekara, A.S., dela Cruz, I.D P., Curtis, M.J., Claassen, V.P. and Tjeerdema, R.S.:** The behavior of clomazone in the soil environment. *Pest Management Science*, 65: 711-716, 2009.
- Gunsolus, J.L., Bahrens, R., Lueschen, W.E., Warnes, D.D. and Wiersma, J.V.:** Carryover potential of AC-263,449, DPX-F6025, FMC-57020 and imazaquin in Minnesota. *Proceedings North Central Weed Science Society*, 41: 52, 1986.
- Halstead, S.J. and Harvey, R.G.:** Effect of rate and carrier on clomazone movement off-site. *Weed Technology*, 2: 179-182, 1988.
- Hanson, B.D. and Thill, D.C.:** Effects of imazethapyr and pendimethalin on lentil (*Lens culinaris*), pea (*Pisum sativum*) and a subsequent winter wheat (*Triticum aestivum*) crop. *Weed Technology*, 15: 190-194, 2001.
- Harrison Jr., H.F. and Keinath, A.P.:** Glasshouse assessment of clomazone response of US pumpkin cultivars. *Crop Protection*, 22: 795-798, 2003.
- Hart, R.G., Lignowski, E.M. and Taylor, F.R.:** Imazethapyr herbicide. *In: The imidazolinone herbicides*, (Shaner, D.L. and O'Connor, S.L. eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, p.247-256, 1991.

**Hollaway, K.L. and Noy, D.M.:** Imazethapyr recropping recommendations for canola are suitable for Australia's neutral-alkaline soils. Australian Society of Agronomy. 10<sup>th</sup> Australian Agronomy Conference, Concurrent Session 6, Weed and Pest Management 2001.

**HRAC:**

<http://www.hracglobal.com/Publications/ClassificationofHerbicideSiteofAction/tabid/222/Default.aspx>

**Huang, X., Pan, J., Liang, B., Sun, J., Zhao, Y. and Li, S.:** Isolation, characterization of a strain capable of degrading imazethapyr and its use in degradation of the herbicide in soil. *Current Microbiology*, 59: 363-367, 2009.

**Janjić, V.:** Fitofarmacija. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", Poljoprivredni fakultet Banja Luka, Beograd-Banja Luka, 2005.

**Janjić, V. i Elezović, I.:** Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd, 2010.

**Joergensen, R.G. and Emmerling, C.:** Methods for evaluating human impact on soil microorganisms based on their activity, biomass and diversity in agricultural soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169: 295-309, 2006.

**Johnson, D.H., Beaty, J.D., Horton, D.K., Talbert, R.E., Guy, C.B., Mattice, J.D., Ivey, T.L. and Smith Jr., R.J.:** Effects of rotational crop herbicides on rice (*Oryza sativa*). *Weed Science*, 43: 648-654, 1995.

**Jordan, D.L., Bollich, P.K., Burns, A.B. and Walker, D.M.:** Rice (*Oryza sativa*) response to clomazone. *Weed Science*, 46: 374-380, 1998.

**Jourdan, S.W., Majek, B.A. and Ayeni, A.O.:** Imazethapyr bioactivity and movement in soil. *Weed Science*, 46: 608-613, 1998.

**Jovanović-Radovanov, K. i Elezović, I.:** Fitotoksično delovanje imazetapira na hibride kukuruza (*Zea mays* L.) i njegova perzistentnost. *Pesticidi i fitomedicina*, 19: 111-134, 2004.

**Jovanović-Radovanov, K.:** Osetljivost gajenih biljaka na rezidualno delovanje imazetapira i klomazona. *Doktorska disertacija*. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2011.

**Kah, M. and Brown, C.D.:** Adsorption of ionisable pesticides in soil. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 188: 149-217, 2006.

**Kah, M., Beulke, S. and Brown, B.A.:** Factors influencing degradation of pesticides in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 4487-4492, 2007.

**Kee, E. and Rider, L.:** Efficacy, phytotoxicity, soil residual activity of imazethapyr on peas and lima beans. Proceedings Northeastern Weed Science Society, 42: 191-198, 1988.

**Keinath, A.P. and DuBose, V.B.:** Evaluation of pumpkin cultivars for powdery and downy mildew resistance, virus tolerance and yield. HortScience, 35: 281-285, 2000.

**Kirksey, K.B., Hayes, R.M., Chager, W.A., Mullions, C.A. and Mueller, T.C.:** Clomazone dissipation in two Tennessee soils. Weed Science, 44: 959-963, 1996.

**Krausz, R.F., Kapusta, G. and Knake, E.L.:** Soybean (*Glycine max*) and rotational crop tolerance to chlorimuron, clomazone, imazaquin and imazethapyr. Weed Technology, 6: 77-80, 1992.

**Krausz, R.F. and Kapusta, G.:** Safening of corn (*Zea mays*) from clomazone injury with naphthalic anhydride. Weed Technology, 6: 543-547, 1992.

**Krausz, R.F., Kapusta, G. and Matthews, J.L.:** Soybean (*Glycine max*) and rotational crop response to PPI chlorimuron, clomazone, imazaquin and imazethapyr. Weed Technology, 8: 224-230, 1994.

**Levanon, D., Meisinger, J.J., Codling, E.E. and Starr, J.L.:** Impact of tillage on microbial activity and the fate of pesticides in the upper soil. Water, Air and Soil Pollution, 72: 1-4, 1994.

**Liu, S.Y., Shocken, M. and Rosazza, J.P.N.:** Microbial transformation of clomazone. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44: 313-319, 1996.

**Locke, M.A., Smeda, R.J., Howard, K.D. and Reddy, K.N.:** Clomazone volatilization under varying environmental conditions. Chemosphere, 33:7, 1213-1225, 1996.

**Loux, M.M., Liebl, R.A. and Slife, F.W.:** Availability and persistence of imazaquin, imazethapyr and clomazone in soil. Weed Science, 37: 259-267, 1989a.

**Loux, M.M., Liebl, R.A. and Slife, F.W.:** Adsorption of clomazone on soils, sediments and clay. Weed Science, 37: 440-444, 1989b.

**Loux, M.M., Liebl, R.A. and Slife, F.W.:** Adsorption of imazaquin and imazethapyr on soils, sediments and selected adsorbents. Weed Science, 37: 712-718, 1989c.

**Loux, M.M. and Reese, K.D.:** Effect of soil pH on adsorption and persistence of imazaquin. Weed Science, 40: 490-496, 1992.

**Loux, M.M. and Reese, K.D.:** Effect of soil type and pH on persistence and carryover of imidazolinone herbicides. Weed Technology, 7: 452-458, 1993.

**Majek, B.:** Imazethapyr residue effects on several vegetable crops. Proceedings Northeastern Weed Science Society, 42: 227, 1988.

**Mangels, G.:** Behavior of the imidazolinone herbicides in soil - a review of the literature. *In: The imidazolinone herbicides*, (Shaner, D.L. and O'Connor, S.L. eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, p.191-209, 1991.

**Manley, B.S., Wilson, H.P., Hines, T.E.:** Smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and livid amaranth (*Amaranthus lividus*) response to several imidazolinone and sulfonyleurea herbicides. *Weed Technology*, 10: 835-841, 1996.

**Masson, J.A. and Webster, E.P.:** Use of imazethapyr in water-seeded imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, 15: 103-106, 2001.

**Mervosh, T.L., Sims, G.K. and Stoller, E.W.:** Clomazone fate in soil as affected by microbial activity, temperature and soil moisture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 537-543, 1995a.

**Mervosh, T.L., Sims, G.K., Stoller, E.W. and Ellsworth, T.R.:** Clomazone sorption in soil: incubation time, temperature and soil moisture effects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 2295-2300, 1995b.

**Mervosh, T.L., Stoller, E.W., Simmons, F.W., Ellsworth, T.R. and Sims, G.K.:** Effects of starch encapsulation on clomazone and atrazine movement in soil and clomazone volatilization. *Weed Science*, 43: 445-453, 1995c.

**Miller, T.W.:** Effects of several herbicides on green pea (*Pisum sativum*) and subsequent crops. *Weed Technology*, 17: 731-737, 2003.

**Mills, J.A., Witt, W.W. and Barrett, M.:** Effects of tillage on the efficacy and persistence of clomazone in soybean (*Glycine max*). *Weed Science*, 37: 217-222, 1989.

**Mills, J.A. and Witt, W.W.:** Efficacy, phytotoxicity and persistence of imazaquin, imazethapyr and clomazone in no-till double-crop soybean (*Glycine max*). *Weed Science*, 37: 353-359, 1989.

**Mitrić, S.:** Proučavanje biološke aktivnosti, perzistentnosti i mobilnosti imazetapira u zemljištu. *Doktorska disertacija*. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banja Luci, 2011.

**Monks, C.D. and Banks, Ph.A.:** Rotational crop response to chlorimuron, clomazone and imazaquin applied the previous year. *Weed Science*, 39: 629-633, 1991.

**Moran, R. and Porath, D.:** Chlorophyll determination in intact tissues using *N,N*-dimethylformamide. *Plant Physiology*, 65: 478-479, 1980.

**Moyer, L.R. and Esau, R.:** Imidazolinone herbicide effects on following rotational crops in South Alberta. *Weed Technology*, 10: 100-106, 1996.

**Nelson, K.A. and Renner, K.A.:** Weed control in wide- and narrow- row soybean (*Glycine max*) with imazamox, imazethapyr and CGA-277476 plus quizalofop. *Weed Technology*, 12: 137-144, 1998.

**Nurse, R.E., Robinson, D.E., Hamill, A.S. and Sikkema, P.H.:** Annual broadleaved weed control in transplanted tomato with clomazone in Canada. *Crop Protection*, 25: 795-799, 2006.

**O'Barr, J.H., McCauley, G.N., Bovey, R.W., Senseman, S.A. and Chandler, J.M.:** Rice response to clomazone as influenced by application rate, soil type and planting rate. *Weed Technology*, 21: 199-205, 2007.

**Oliveira Jr., R.S., Koskinen, W.C. and Ferreira, F.A.:** Sorption and leaching potential of herbicides on Brazilian soils. *Weed Research*, 41: 97-110, 2001.

**Onofri, A.:** Biological activity, field persistence and safe recropping intervals for imazethapyr and rimsulfuron on a silty-clay soil. *Weed Research*, 36: 73-83, 1996.

**Onofri, A.:** BIOASSAY97: a new EXCEL<sup>®</sup> VBA macro to perform statistical analyses on pesticide dose-response data. *Rivista Italiana di Agrometeorologia*, 3: 40-45, 2005.

**O'Sullivan, J., Thomas, R.J. and Bouw, W.J.:** Effect of imazethapyr and imazamox soil residues on several vegetable crops grown in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 78: 647-651, 1998.

**Pannacci, E., Onofri, A. and Covarelli, G.:** Biological activity, availability and duration of phytotoxicity for imazamox in four different soils of central Italy. *Weed Research*, 46: 243-250, 2006.

**Pester, T.A., Nissen, S.J. and Westra, P.:** Absorption, translocation and metabolism of imazamox in jointed goatgrass and feral rye. *Weed Science*, 49: 607-612, 2001.

**Pornprom, T., Sukcharoenvipharat, W. and Sansiriphun, D.:** Weed control with pre-emergence herbicides in vegetable soybean (*Glycine max* L.Merrill). *Crop Protection*, 29: 684-690, 2010.

**Ramezani, M., Oliver, P.D., Kookana, S.R., Gill, G. and Preston, C.:** Abiotic degradation (photodegradation and hydrolysis) of imidazolinone herbicides. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 43: 105-112, 2008.

**Ray, T.B.:** The mode of action of chlorsulfuron: a new herbicide risk associated with the new sulfonyleurea herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 17: 10-17, 1982.

**Ray T.B.:** Site of action of chlorsulfuron. *Plant Physiology*, 75: 827-831, 1984.

**Rhodes, D., Hogan, A.L., Deal, L., Jamieson, G.C. and Haworth, P.:** Amino acid metabolism of *Lemna minor*-L.2. Responses to chlorsulfuron. *Plant Physiology*, 84: 775-780, 1987.



**Regitano, J.B., da Rocha, W.S.D. and Alleoni, L.R.F.:** Soil pH on mobility of imazaquin in Oxisols with positive balance of charges. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 4096-4102, 2005.

**Renner, K.A., Meggitt, W.F. and Penner, D.:** Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr adsorption to soil and phytotoxicity to corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 36: 78-83, 1988.

**Renner, K.A. and Powell, G.E.:** Response of sugarbeet (*Beta vulgaris*) to herbicide residues in soil. *Weed Technology*, 5: 622-627, 1991.

**Renner, K.A. and Powell, G.E.:** Response of navy bean (*Phaseolus vulgaris*) and wheat (*Triticum aestivum*) grown in rotation to clomazone, imazethapyr, bentazon and acifluorfen. *Weed Science*, 40: 127-133, 1992.

**Renner, K.A., Schabenberge, O. and Kells, J.J.:** Effect of tillage and application method on corn (*Zea mays*) response to imidazolinone residues. *Weed Technology*, 12: 281-285, 1998.

**Rice, P.J., Rice, P.J., Arthur, E.L. and Barefoot, A.C.:** Advances in pesticide environmental fate and exposure assessments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 5367-5376, 2007.

**Richards, L.A.:** Physical conditions of water in soil. *In:* Black, C.A. ed., *Methods of soil analysis*. Madison, ASTM, p.128-152, 1965.

**Roberts, T.R.:** Assessing the environmental fate of agrochemicals. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 31: 325-335, 1996.

**Scarponi, L., Vischetti, C. and Del Buono, D.:** Imazamox in maize: uptake, persistence and interference on protein and carbohydrate formation. *Italian Journal of Food Science*, 13: 213-219, 2001.

**Sciumbato, A.S., Kurtz, L.J., Steele, G.L., Senseman, S.A., Lee, D.J., Jeonnam, S. and Ottis, B.V.:** Plant available imazethapyr in soil solution and red rice (*Oryza sativa* L.) efficacy as influenced by herbicide rate and soil moisture. *Proceedings of Southern Weed Science Society*, 56: 351, 2003.

**Scott, J.E. and Weston, L.A.:** Cole crop (*Brassica oleracea*) tolerance to clomazone. *Weed Science*, 40: 7-11, 1992.

**Scott, J.E., Weston, L.A., Chappell, J. and Hanley, K.:** Effects of clomazone on IPP isomerase and prenyl transferase activities in cell suspension cultures and cotyledons of Solanaceous species. *Weed Science*, 42: 509-516, 1994.

**Seefeldt, S.S., Jensen, J.E. and Fuerst, E.P.:** Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*, 9: 218-227, 1995.

**Shaner, D.L. and Reider, M.L.:** Physiological response of corn (*Zea mays*) to AC 243,997 in combination with valine, leucine and isoleucine. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 25: 248-257, 1986.

**Shaner, D.L.:** Physiological effects of imidazolinone herbicides. *In: The imidazolinone herbicides* (Shaner, D.L. and O'Connor, S.L., eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, p.125-138, 1991.

**Singh, B.K., Stidham, M.A. and Shaner, D.L.:** Assay of acetohydroxyacid synthase. *Analytical Biochemistry*, 171: 173-179, 1988.

**Soltani, N., Shropshire, Ch., Cowan, T. and Sikkema, P.H.:** White bean sensitivity to preemergence herbicides. *Weed Technology*, 18: 111-118, 2004.

**Soltani, N., Robinson, D.E., Shropshire, Ch. and Sikkema, P.H.:** Otebo bean (*Phaseolus vulgaris*) sensitivity to pre-emergence herbicides. *Crop Protection*, 25: 476-479, 2006.

**Stenersen, J.:** Chemical Pesticides – Mode of action and toxicology. CRC Press, Boca Raton, FL, 2004.

**Stidham, M.A.:** Herbicides that inhibit acetolactate synthase. *Weed Science*, 39: 428-434, 1991.

**Stidham, M.A. and Singh, B.K.:** Imidazolinone-acetohydroxyacid synthase interactions. *In: The imidazolinone herbicides*, (Shaner, D.L. and O'Connor, S.L. eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, p.71-90, 1991.

**Stougaard, R.N., Shea, P.J. and Martin, A.R.:** Effect of soil type and pH on adsorption, mobility and efficacy of imazaquin and imazethapyr. *Weed Science*, 38: 67-73, 1990.

**Streibig, J.C., Rudemo, M. and Jensen, J.E.:** Dose-response curves and statistical models. *In: Herbicide bioassay*. (Streibig, J.C. and Kudsk, P., eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, p.29-55, 1993.

**Süzer, S. and Büyük, H.:** Residual effects of spraying imidazolinone-family herbicides on clear-field<sup>®</sup> sunflower production from the point of view of crop rotation. *Helia*, 33: 25-36, 2010.

**Talbert, R.E., Schmidt, L.A., Rutledge, J.S., Wheeler, C.C. and Scherder, E.F.:** Factors affecting the performance of clomazone for weed control in rice. *Proceedings of Southern Weed Science Society*, 52: 47, 1999.

**Thelen, K.D., Kells, J.J. and Penner, D.:** Comparison of application methods and tillage practices on volatilization of clomazone. *Weed Technology*, 2: 323-326, 1988.

**Tickes, B.R. and Umeda, K.:** The effect of imazethapyr upon crops grown in rotation with alfalfa. *Proceedings of Western Society of Weed Science*, 44: 97, 1991.

**Tomlin, C.D.S.:** The Pesticide Manual (Thirteenth Edition). BCPC, UK, 2003.

**Tranel, P.J. and Wright, T.R.:** Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned? *Weed Science*, 50: 700-712, 2002.

**Undabeytia, T., Sanchez, T., Morillo, E. and Maqueda, C.:** Effect of organic amendments on the retention and mobility of imazaquim in soils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 4493-4500, 2004.

**VanWyk, L.J. and Reinhardt, C.F.:** A bioassay technique detects imazethapyr leaching and liming-dependent activity. *Weed Technology*, 15: 1-6, 2001.

**Vencill, W.K., Wilson, H.P., Hines, T.E. and Hatzios, K.K.:** Common lambsquarters (*Chenopodium album*) and rotational crop response to imazethapyr in pea (*Pisum sativum*) and snap bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technology*, 4: 39-43, 1990.

**Vischetti, C.:** Measured and simulated persistence of imazethapyr in soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 54: 420-427, 1995.

**Vischetti, C., Casucci, C. and Perucci, P.:** Relationship between changes of soil microbial biomass content and imazamox and benfluralin degradation. *Biology and Fertility of Soils* 35: 13-17, 2002.

**Walsh, J.D., Defelice, M.S. and Sims, B.D.:** Soybean (*Glycine max*) herbicide carryover to grain and fiber crops. *Weed Technology*, 7: 625-632, 1993.

**Waner, U., Führ, F. and Burauel, P.:** Influence of the amendment of corn straw on the degradation behaviour of the fungicide dithianon in soil. *Environmental Pollution*, 133: 63-70, 2005.

**Wauchope, R.D., Yeh, S., Linders, J.B., Kloskowski, R., Tanaka, K., Rubin, B., Katayama, A., Kördel, W., Gerstl, Z., Lane, M. and Unsworth, J.B.:** Pesticide soil sorption parameters: theory, measurement, uses, limitations and reliability. *Pest Management science*, 58: 419-445, 2002.

**Webster, E.P., Baldwin, F.L. and Dillon, T.L.:** The potential for clomazone use in rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, 13: 390-393, 1999.

**Wellburn, A.R.:** The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology* 144: 307-313, 1994.

**Weston, L.A. and Barrett, M.:** Tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bell pepper (*Capsicum annuum*) to clomazone. *Weed Science*, 37: 285-289, 1989.

**Young A.J.:** The photoprotective role of carotenoids in higher plants. *Physiologia Plantarum*, 83: 702-708, 1991.

**Yu, Y.L., Wu, X.M., Li, S.N., Fang, H., Zhan, H.Y. and Yu, J.Q.:** An exploration of the relationship between adsorption and bioavailability of pesticides in soil to earthworm. *Environmental Pollution*, 141: 428-433, 2006.

**Zhang, R., Krzyszowska-Waitkus, A.J., Vance, G.F. and Qi, J.:** Pesticide transport in field soils. *Advances in Environmental Research*, 4: 57-65, 2000.

**Zhang, W., Webster, E.P., Blouin, D.C. and Linscombe, S.D.:** Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) varieties to clomazone. *Weed Technology*, 18: 73-76, 2004.

**Zhang, W., Webster, E.P. and Blouin, D.C.:** Response of rice and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to rates and timings of clomazone. *Weed Technology*, 19: 528-531, 2005.

## 8. PRILOZI

Tabela P1. Uticaj ostataka klomazona na svežu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,398 h*	0,386 h	0,433 gh	0,432 gh	0,407 gh	0,420 gh	0,431 gh	0,420 gh	0,388 h	0,448 fghi	0,378 ghi	0,412 fghi	0,386 ghi	0,418 fghi	0,356 i	0,377 ghi	0,372 hi	0,206 j
50	0,712 def	0,761 bcdef	0,710 def	0,695 ef	0,705 def	0,641 fg	0,603 fgh	0,555 fgh	0,540 fgh	0,573 abcde	0,489 defgh	0,576 abcd	0,510 bcdef	0,489 defgh	0,526 bcdef	0,494 cdefg	0,456 efghi	0,049 k
70	0,993 ab	0,930 abcde	1,009 a	0,965 abc	0,990 ab	0,937 abcde	0,919 abcde	0,939 abcd	0,741 cdef	0,523 bcdef	0,609 abc	0,657 a	0,590 abcd	0,603 abcd	0,623 ab	0,574 abcd	0,512 bcdef	0,024 k

\* HSD test za nivo značajnosti  $p < 0,05$

Tabela P2. Uticaj ostataka klomazona na suhu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,041 f	0,041 f	0,047 f	0,048 f	0,044 f	0,047 f	0,047 f	0,046 f	0,039 f	0,059 abcd	0,103 a	0,054 abcde	0,052 abcde	0,060 abcd	0,051 abcde	0,047 abcde	0,040 bcde	0,017 cde
50	0,104 bcd	0,105 bcd	0,101 d	0,100 d	0,102 cd	0,091 de	0,091 de	0,070 def	0,059 ef	0,080 ab	0,066 abc	0,091 ab	0,075 ab	0,073 ab	0,074 ab	0,066 abc	0,044 bcde	0,005 de
70	0,154 a	0,149 a	0,158 a	0,159 a	0,165 a	0,160 a	0,144 ab	0,143 abc	0,080 def	0,070 abc	0,091 ab	0,095 ab	0,084 ab	0,090 ab	0,088 ab	0,070 abc	0,049 abcde	0,002 e

Tabela P3. Uticaj ostataka klomazona na sadržaj hlorofila *a* u listovima krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,831 ab	0,749 b	0,747 b	0,848 ab	0,931 a	0,831 ab	0,753 b	0,314 def	0,165 f	0,915 ab	0,715 de	0,797 abcde	0,827 abcd	0,867 abc	0,760 cde	0,542 fg	0,291 h	0,105 ij
50	0,543 c	0,502 c	0,472 cd	0,487 c	0,474 cd	0,484 cd	0,407 cde	0,173 f	0,151 f	0,829 abcd	0,745 cde	0,825 abcd	0,768 bcde	0,742 cde	0,505 g	0,249 hi	0,291 h	0,026 j
70	0,469 cd	0,439 cd	0,443 cd	0,420 cde	0,459 cd	0,422 cde	0,423 cde	0,234 f	0,259 ef	0,940 a	0,836 abcd	0,802 abcd	0,831 abcd	0,799 abcde	0,654 ef	0,181 hi	0,208 hi	0,007 j

Tabela P4. Uticaj ostataka klomazona na sadržaj hlorofila *b* u listovima krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,809 ab	0,789 ab	0,721 bc	0,823 ab	0,907 a	0,801 ab	0,781 ab	0,285 fghi	0,132 i	0,776 abc	0,647 cd	0,717 abcd	0,756 abc	0,774 abc	0,652 cd	0,462 e	0,241 f	0,096 ghi
50	0,538 de	0,485 de	0,444 def	0,472 de	0,430 def	0,468 de	0,382 efgh	0,156 i	0,127 i	0,766 abc	0,677 bcd	0,756 abc	0,719 abcd	0,687 bcd	0,456 e	0,223 fg	0,258 f	0,025 hi
70	0,571 cd	0,397 defg	0,403 defg	0,379 efgh	0,424 def	0,387 efgh	0,386 efgh	0,240 ghi	0,216 hi	0,830 a	0,801 ab	0,737 abcd	0,789 ab	0,749 abc	0,605 d	0,148 fgh	0,173 fg	0,008 i

Tabela P5. Uticaj ostataka klomazona na sadržaj karotenoida u listovima krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,117 bc	0,131 ab	0,132 ab	0,136 ab	0,145 a	0,122 ab	0,116 bcd	0,055 fgh	0,035 h	0,133 abcd	0,108 efgh	0,126 abcde	0,116 cdef	0,122 bcdef	0,110 efg	0,087 h	0,048 i	0,015 j
50	0,094 cde	0,091 cde	0,084 e	0,095 cde	0,090 de	0,088 e	0,073 efg	0,041 h	0,035 h	0,147 a	0,113 def	0,127 abcde	0,107 efgh	0,112 ef	0,090 gh	0,053 i	0,051 i	0,004 j
70	0,089 e	0,080 ef	0,085 e	0,079 ef	0,080 ef	0,074 efg	0,077 ef	0,048 gh	0,050 gh	0,147 a	0,140 ab	0,137 abc	0,134 abc	0,125 bcdef	0,104 fgh	0,048 i	0,050 i	0,001 j

Tabela P6. Uticaj ostataka klomazona na svežu masu izdanka paprike

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,067 f	0,059 f	0,056 f	0,057 f	0,056 f	0,054 f	0,050 f	0,048 f	0,055 f	0,078 efg	0,085 efg	0,088 ef	0,080 efg	0,086 efg	0,082 efg	0,079 efg	0,063 fgh	0,045 h
50	0,114 de	0,122 de	0,119 de	0,127 bcd	0,126 cd	0,121 de	0,117 de	0,121 de	0,098 e	0,149 abcd	0,170 ab	0,140 cd	0,132 d	0,128 d	0,143 bcd	0,131 d	0,086 efg	0,063 fgh
70	0,154 ab	0,156 a	0,150 abc	0,155 a	0,151 abc	0,150 abc	0,124 cde	0,126 cd	0,131 abcd	0,169 ab	0,169 ab	0,174 a	0,163 abc	0,154 abcd	0,144 bcd	0,130 d	0,092 e	0,060 gh

Tabela P7. Uticaj ostataka klomazona na suhu masu izdanka paprike

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,007 f	0,007 f	0,007 f	0,007 f	0,007 f	0,007 f	0,006 f	0,006 f	0,006 f	0,011 fg	0,012 f	0,011 fg	0,010 fg	0,010 fg	0,009 fg	0,007 gh	0,005 h	0,004 h
50	0,014 de	0,016 cd	0,015 de	0,015 d	0,015 cd	0,015 de	0,015 de	0,015 d	0,009 fg	0,023 abc	0,026 a	0,019 bcd	0,019 cd	0,016 de	0,016 de	0,010 fg	0,007 gh	0,004 h
70	0,019 ab	0,020 a	0,018 abc	0,019 ab	0,019 ab	0,018 abc	0,016 abcd	0,016 bcde	0,012 ef	0,025 a	0,025 a	0,025 a	0,023 ab	0,019 bcd	0,018 d	0,012 ef	0,007 gh	0,005 h

Tabela P8. Uticaj ostataka klomazona na sadržaj hlorofila *a* u listovima paprike

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,669 abc	0,635 bcd	0,707 abc	0,714 abc	0,707 abc	0,706 abc	0,721 abc	0,679 abc	0,529 cde	0,728 bcde	0,788 abc	0,776 abcd	0,894 a	0,840 ab	0,760 bcde	0,694 cde	0,528 f	0,234 h
50	0,753 abc	0,869 ab	0,855 ab	0,872 ab	0,867 ab	0,798 ab	0,915 a	0,872 ab	0,389 de	0,722 bcde	0,742 bcde	0,794 abc	0,794 abc	0,798 abc	0,692 cde	0,525 f	0,494 f	0,158 h
70	0,714 abc	0,673 abc	0,724 abc	0,740 abc	0,698 abc	0,703 abc	0,640 bcd	0,722 abc	0,332 e	0,689 cde	0,652 e	0,716 cde	0,775 abcde	0,748 bcde	0,659 de	0,518 f	0,424 fg	0,361 g

Tabela P9. Uticaj ostataka klomazona na sadržaj hlorofila *b* u listovima paprike

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,625 gh	0,678 fgh	0,724 bcdefg	0,722 bcdefg	0,684 efgh	0,687 defgh	0,687 efgh	0,697 cdefgh	0,519 hi	0,666 cdefg	0,723 abcd	0,721 abcde	0,823 a	0,782 ab	0,702 bcdef	0,654 cdefg	0,503 hij	0,234 l
50	0,691 defgh	0,839 abcdef	0,816 abcdef	0,838 abcdef	0,829 abcdef	0,794 bcdefg	0,873 abcd	0,837 abcdef	0,363 i	0,654 cdefg	0,687 bcdef	0,720 abcde	0,721 abcde	0,745 abc	0,653 cdefg	0,499 ij	0,463 ij	0,159 l
70	0,779 bcdefg	0,809 abcdefg	0,869 abcde	0,981 a	0,893 ab	0,890 ab	0,851 abcdef	0,882 abc	0,412 i	0,613 efg	0,569 ghi	0,633 defg	0,673 bcdefg	0,652 cdefg	0,611 fgh	0,472 ij	0,397 jk	0,351 k

Tabela P10. Uticaj ostataka klomazona na sadržaj karotenoida u listovima paprike

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6		0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,104 bcde	0,102 bcde	0,111 abcd	0,113 abcd	0,115 abc	0,114 abcd	0,116 abc	0,113 abcd	0,088 cde	0,103 fg	0,115 cdef	0,114 def	0,140 a	0,129 abcde	0,116 cdef	0,110 ef	0,082 hi	0,041 j	
50	0,126 abc	0,136 ab	0,137 ab	0,142 ab	0,134 ab	0,134 ab	0,151 a	0,138 ab	0,073 de	0,125 abcde	0,127 abcde	0,128 abcde	0,131 abcd	0,134 abc	0,111 def	0,089 gh	0,078 hi	0,038 j	
70	0,127 abc	0,119 abc	0,128 abc	0,138 ab	0,130 ab	0,128 abc	0,121 abc	0,137 ab	0,068 e	0,119 bcdef	0,123 abcdef	0,130 abcd	0,140 a	0,136 ab	0,117 bcdef	0,087 ghi	0,077 hi	0,070 i	

Tabela P11. Uticaj ostataka klomazona na svežu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6		0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,047 def	0,038 defg	0,042 def	0,032 efgh	0,027 fgh	0,018 ghi	0,013 hi	0,000 i	0,000 i	0,050 b	0,035 c	0,015 de	0,010 e	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,000 f	
50	0,090 ab	0,058 cd	0,060 cd	0,052 cde	0,040 defg	0,000 i	0,000 i	0,000 i	0,000 i	0,058 a	0,037 c	0,020 d	0,010 e	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,000 f	
70	0,100 a	0,052 cde	0,070 bc	0,042 def	0,032 efgh	0,000 i	0,000 i	0,000 i	0,000 i	0,053 ab	0,042 c	0,017 de	0,012 e	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,000 f	

Tabela P12. Uticaj ostataka klomazona na suhu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6		0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,006 cde	0,005 def	0,005 defg	0,003 fgh	0,003 gh	0,002 h	0,001 hi	0,000 i	0,000 i	0,005 c	0,004 cd	0,002 e	0,001 f	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	
50	0,008 b	0,007 bcd	0,007 bcd	0,005 def	0,004 efgh	0,000 i	0,000 i	0,000 i	0,000 i	0,009 a	0,006 b	0,004 cd	0,002 ef	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	
70	0,011 a	0,009 b	0,008 bc	0,005 defg	0,003 fgh	0,000 i	0,000 i	0,000 i	0,000 i	0,008 a	0,006 b	0,003 d	0,003 d	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	



Tabela P13. Uticaj ostataka klomazona na sadžaj hlorofila *a* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	
20	0,621 a	0,594 a	0,373 bcd	0,379 bcd	0,296 cde	0,234 de	0,144 ef	0,000 f	0,000 f	0,397 a	0,225 c	0,154 de	0,100 f	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	
50	0,603 a	0,453 abc	0,445 abc	0,374 bcd	0,323 cde	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,409 a	0,237 c	0,188 d	0,124 ef	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	
70	0,545 ab	0,457 abc	0,470 abc	0,334 cd	0,240 de	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,000 f	0,353 b	0,259 c	0,147 e	0,129 ef	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	

Tabela P14. Uticaj ostataka klomazona na sadžaj hlorofila *b* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	
20	0,569 a	0,546 ab	0,339 cde	0,342 cde	0,278 def	0,209 ef	0,128 fg	0,000 g	0,000 g	0,367 a	0,210 c	0,134 e	0,095 f	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	
50	0,554 ab	0,425 abcd	0,401 bcd	0,335 cde	0,279 def	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,367 a	0,214 c	0,177 d	0,124 ef	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	
70	0,491 abc	0,418 abcd	0,432 abcd	0,310 de	0,222 ef	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,318 b	0,235 c	0,144 e	0,119 ef	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	

Tabela P15. Uticaj ostataka klomazona na sadržaj karotenoida u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	
20	0,103 ab	0,100 abcd	0,059 bcdef	0,058 bcdef	0,052 cdef	0,039 efg	0,025 fg	0,000 g	0,000 g	0,060 b	0,036 de	0,026 fg	0,019 g	0,000 h	0,000 h	0,000 h	0,000 h	0,000 h	
50	0,105 ab	0,086 abcde	0,084 abcde	0,070 bcdef	0,064 bcdef	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,070 a	0,043 cd	0,033 ef	0,020 g	0,000 h	0,000 h	0,000 h	0,000 h	0,000 h	
70	0,121 a	0,092 abcd	0,101 abc	0,061 bcdef	0,051 def	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,000 g	0,069 a	0,046 c	0,025 fg	0,021 g	0,000 h	0,000 h	0,000 h	0,000 h	0,000 h	

Tabela P16. Uticaj ostataka klomazona nakon 10 dana degradacije na svežu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,055 efg	0,050 g	0,050 g	0,045 gh	0,035 hi	0,025 ij	0,020 j	0,000 k	0,000 k	0,050 cd	0,045 de	0,035 fg	0,020 ij	0,015 jk	0,010 k	0,000 l	0,000 l	0,000 l
50	0,095 a	0,080 bc	0,070 cd	0,062 def	0,062 def	0,050 g	0,025 ij	0,000 k	0,000 k	0,060 b	0,055 bc	0,050 cd	0,040 ef	0,025 hi	0,010 k	0,000 l	0,000 l	0,000 l
70	0,088 ab	0,080 bc	0,065 de	0,052 fg	0,050 g	0,050 g	0,035 hi	0,000 k	0,000 k	0,070 a	0,055 bc	0,050 cd	0,045 de	0,030 gh	0,020 ij	0,000 l	0,000 l	0,000 l

Tabela P17. Uticaj ostataka klomazona nakon 10 dana degradacije na suhu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,006 d	0,005 e	0,005 e	0,004 f	0,004 f	0,003 g	0,001 h	0,000 i	0,000 i	0,004 ef	0,004 f	0,003 gh	0,003 hi	0,002 i	0,002 j	0,000 k	0,000 k	0,000 k
50	0,008 a	0,007 abc	0,007 c	0,006 d	0,006 d	0,004 e	0,002 g	0,000 i	0,000 i	0,008 a	0,007 b	0,007 c	0,005 d	0,003 g	0,002 j	0,000 k	0,000 k	0,000 k
70	0,008 a	0,007 ab	0,007 bc	0,004 e	0,004 e	0,004 f	0,002 g	0,000 i	0,000 i	0,008 a	0,007 bc	0,005 d	0,005 d	0,004 e	0,003 g	0,000 k	0,000 k	0,000 k

Tabela P18. Uticaj ostataka klomazona nakon 10 dana degradacije na sadržaj hlorofil *a* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,635 abc	0,508 def	0,587 bcde	0,628 abcd	0,487 ef	0,267 hi	0,165 i	0,000 j	0,000 j	0,428 cde	0,442 bcde	0,341 efg	0,300 fgh	0,269 ghi	0,143 j	0,000 k	0,000 k	0,000 k
50	0,715 a	0,683 ab	0,610 abcde	0,588 bcde	0,531 cdef	0,425 fg	0,209 i	0,000 j	0,000 j	0,610 a	0,484 bc	0,475 bcd	0,437 cde	0,272 ghi	0,194 ij	0,000 k	0,000 k	0,000 k
70	0,485 ef	0,450 fg	0,437 fg	0,423 fg	0,420 fg	0,340 gh	0,144 i	0,000 j	0,000 j	0,544 ab	0,484 bc	0,493 bc	0,440 cde	0,380 def	0,198 hij	0,000 k	0,000 k	0,000 k

Tabela P19. Uticaj ostataka klomazona nakon 10 dana degradacije na sadržaj hlorofil *b* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,567 abc	0,457 defg	0,526 bcde	0,550 abcd	0,436 efg	0,235 ij	0,147 j	0,000 k	0,000 k	0,396 cde	0,408 bcde	0,319 efg	0,276 fgh	0,242 ghi	0,141 j	0,000 k	0,000 k	0,000 k
50	0,629 a	0,593 ab	0,554 abcd	0,537 abcde	0,486 cdef	0,379 gh	0,170 j	0,000 k	0,000 k	0,546 a	0,461 abc	0,429 bcd	0,396 cde	0,244 ghi	0,166 ij	0,000 k	0,000 k	0,000 k
70	0,440 efg	0,401 fgh	0,383 gh	0,376 gh	0,370 gh	0,301 hi	0,138 j	0,000 k	0,000 k	0,500 ab	0,430 bcd	0,453 abc	0,405 bcde	0,351 def	0,191 hij	0,000 k	0,000 k	0,000 k

Tabela P20. Uticaj ostataka klomazona nakon 10 dana degradacije na sadržaj karotenoida u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,051 hij	0,041 jk	0,047 ij	0,049 hij	0,039 jk	0,021 l	0,013 lm	0,000 m	0,000 m	0,071 cdef	0,071 cdef	0,058 efgh	0,055 fgh	0,045 hi	0,024 j	0,000 k	0,000 k	0,000 k
50	0,112 a	0,114 a	0,104 ab	0,099 abc	0,093 bcd	0,074 efg	0,038 jk	0,000 m	0,000 m	0,098 a	0,085 abc	0,083 abcd	0,077 bcde	0,048 ghi	0,035 ij	0,000 k	0,000 k	0,000 k
70	0,087 cde	0,080 def	0,080 def	0,073 efg	0,065 fgh	0,062 ghi	0,026 kl	0,000 m	0,000 m	0,095 ab	0,084 abcd	0,082 abcd	0,080 abcd	0,066 defg	0,035 ij	0,000 k	0,000 k	0,000 k

Tabela P21. Uticaj ostataka klomazona nakon 20 dana degradacije na svežu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,053 cde	0,053 cde	0,052 de	0,047 def	0,037 fgh	0,027 hij	0,020 j	0,000 k	0,000 k	0,030 bcd	0,027 cd	0,023 d	0,023 d	0,023 d	0,020 de	0,010 ef	0,000 f	0,000 f
50	0,088 a	0,070 b	0,070 b	0,050 de	0,053 cde	0,043 efg	0,025 ij	0,000 k	0,000 k	0,042 a	0,038 ab	0,035 abc	0,035 abc	0,035 abc	0,027 cd	0,000 f	0,000 f	0,000 f
70	0,085 a	0,082 a	0,063 bc	0,057 cd	0,057 cd	0,052 de	0,035 ghi	0,000 k	0,000 k	0,045 a	0,040 ab	0,040 ab	0,035 abc	0,030 bcd	0,025 cd	0,000 f	0,000 f	0,000 f

Tabela P22. Uticaj ostataka klomazona nakon 20 dana degradacije na suhu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,005 de	0,005 de	0,005 de	0,005 ef	0,004 fg	0,002 h	0,002 h	0,000 i	0,000 i	0,003 cd	0,003 ef	0,002 efg	0,002 fgh	0,002 gh	0,001 h	0,001 h	0,000 i	0,000 i
50	0,008 a	0,007 ab	0,007 ab	0,007 bc	0,006 cd	0,003 g	0,002 h	0,000 i	0,000 i	0,005 b	0,004 c	0,004 c	0,003 cd	0,003 ef	0,002 gh	0,000 i	0,000 i	0,000 i
70	0,008 a	0,007 ab	0,007 abc	0,005 de	0,005 e	0,003 g	0,002 h	0,000 i	0,000 i	0,006 a	0,004 c	0,003 cd	0,003 de	0,003 de	0,002 fgh	0,000 i	0,000 i	0,000 i

Tabela P23. Uticaj ostataka klomazona nakon 20 dana degradacije na sadržaj hlorofil *a* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,726 a	0,656 ab	0,646 ab	0,597 bcd	0,372 fg	0,263 hi	0,166 ij	0,000 k	0,000 k	0,444 abc	0,283 fg	0,195 hi	0,162 ij	0,104 jk	0,084 k	0,069 k	0,000 l	0,000 l
50	0,583 bcd	0,614 bc	0,580 bcd	0,502 de	0,468 ef	0,277 gh	0,162 ij	0,000 k	0,000 k	0,484 a	0,371 de	0,341 ef	0,256 gh	0,223 ghi	0,123 jk	0,000 l	0,000 l	0,000 l
70	0,536 cde	0,591 bcd	0,443 ef	0,451 ef	0,377 fg	0,242 hij	0,149 j	0,000 k	0,000 k	0,446 ab	0,416 bcd	0,381 cde	0,369 de	0,228 gh	0,219 hi	0,000 l	0,000 l	0,000 l

Tabela P24. Uticaj ostataka klomazona nakon 20 dana degradacije na sadržaj hlorofil *b* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,627 a	0,574 ab	0,563 abc	0,519 bcd	0,326 fg	0,234 hi	0,148 hij	0,000 k	0,000 k	0,397 ab	0,261 ef	0,192 gh	0,156 hij	0,110 jk	0,101 jk	0,091 k	0,000 l	0,000 l
50	0,508 bcd	0,531 bcd	0,520 bcd	0,456 de	0,408 ef	0,238 gh	0,144 ij	0,000 k	0,000 k	0,434 a	0,335 bcd	0,303 de	0,236 fg	0,193 gh	0,129 ijk	0,000 l	0,000 l	0,000 l
70	0,481 cde	0,546 abcd	0,395 ef	0,397 ef	0,332 f	0,215 hij	0,138 j	0,000 k	0,000 k	0,408 a	0,380 ab	0,334 cd	0,328 cd	0,198 gh	0,189 ghi	0,000 l	0,000 l	0,000 l

Tabela P25. Uticaj ostataka klomazona nakon 20 dana degradacije na sadržaj karotenoida u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,104 a	0,101 ab	0,093 abc	0,091 abc	0,058 ef	0,044 fg	0,030 g	0,000 h	0,000 h	0,072 bc	0,052 def	0,036 ghi	0,029 hij	0,020 jk	0,016 jk	0,014 kl	0,000 l	0,000 l
50	0,089 abc	0,096 abc	0,098 abc	0,087 abc	0,080 cd	0,050 ef	0,028 g	0,000 h	0,000 h	0,086 a	0,064 bcd	0,059 cde	0,045 efg	0,041 fgh	0,024 ijk	0,000 l	0,000 l	0,000 l
70	0,080 cd	0,102 ab	0,084 bcd	0,080 cd	0,067 de	0,042 fg	0,028 g	0,000 h	0,000 h	0,073 ab	0,070 bc	0,070 bc	0,065 bcd	0,041 fgh	0,039 fgh	0,000 l	0,000 l	0,000 l

Tabela P26. Uticaj ostataka klomazona nakon 30 dana degradacije na svežu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,067 bcdef	0,075 abcd	0,080 ab	0,057 defg	0,060 cdef	0,055 efg	0,040 fg	0,025 h	0,000 i	0,058 bcd	0,053 d	0,050 de	0,035 fgh	0,025 hi	0,020 ij	0,012 jk	0,000 k	0,000 k
50	0,092 a	0,077 abc	0,075 abcd	0,070 bcde	0,057 defg	0,055 efg	0,050 fg	0,040 gh	0,000 i	0,072 a	0,070 ab	0,068 abc	0,055 d	0,040 ef	0,035 fgh	0,020 ij	0,000 k	0,000 k
70	0,092 a	0,073 abcde	0,080 ab	0,063 bcdef	0,065 bcdef	0,062 bcdef	0,050 fg	0,000 i	0,000 i	0,060 abcd	0,057 cd	0,050 de	0,035 fgh	0,040 ef	0,028 fghi	0,027 ghi	0,000 k	0,000 k

Tabela P27. Uticaj ostataka klomazona nakon 30 dana degradacije na suhu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,005 defg	0,006 bcde	0,007 abc	0,004 fghi	0,004 fgh	0,004 ghi	0,003 ijk	0,002 kl	0,000 l	0,004 c	0,003 cd	0,003 cdef	0,002 fgh	0,002 gh	0,002 gh	0,001 h	0,000 i	0,000 i
50	0,006 bcde	0,005 defg	0,005 efg	0,005 efg	0,004 ghi	0,004 ghij	0,003 hijk	0,002 jk	0,000 l	0,006 ab	0,006 ab	0,006 ab	0,005 b	0,003 cde	0,002 efgh	0,002 gh	0,000 i	0,000 i
70	0,008 a	0,007 ab	0,006 bcd	0,006 bcde	0,005 cdef	0,004 fghi	0,003 ghij	0,000 l	0,000 l	0,006 a	0,006 ab	0,005 ab	0,003 cde	0,003 defg	0,002 fgh	0,002 gh	0,000 i	0,000 i

Tabela P28. Uticaj ostataka klomazona nakon 30 dana degradacije na sadržaj hlorofil *a* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,459 bcdefgh	0,522 abcde	0,566 ab	0,435 defgh	0,436 defgh	0,349 hi	0,283 ij	0,137 k	0,000 l	0,496 abcde	0,496 abcde	0,355 fg	0,265 h	0,260 h	0,243 hi	0,148 j	0,000 k	0,000 k
50	0,560 abc	0,527 abcd	0,536 abcd	0,505 abcde f	0,427 defgh	0,409 efgh	0,390 ghi	0,179 jk	0,000 l	0,555 ab	0,561 a	0,532 abcd	0,476 bcde	0,453 de	0,345 g	0,176 ij	0,000 k	0,000 k
70	0,593 a	0,476 bcdef g	0,450 cdefg h	0,402 fgh	0,410 efgh	0,389 ghi	0,392 fghi	0,000 l	0,000 l	0,539 abc	0,468 cde	0,475 cde	0,433 ef	0,422 efg	0,360 fg	0,207 hij	0,000 k	0,000 k

Tabela P29. Uticaj ostataka klomazona nakon 30 dana degradacije na sadržaj hlorofil *b* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,411 bcdef	0,471 abcd	0,506 ab	0,394 cdef	0,395 cdef	0,313 fg	0,237 gh	0,130 i	0,000 j	0,450 abcd	0,465 abc	0,315 f	0,231 g	0,232 g	0,222 g	0,139 h	0,000 i	0,000 i
50	0,505 ab	0,468 abcd	0,494 abc	0,436 abcde	0,388 def	0,360 ef	0,340 efg	0,158 hi	0,000 j	0,498 ab	0,503 ab	0,499 ab	0,435 abcd	0,410 cd	0,310 f	0,161 gh	0,000 i	0,000 i
70	0,533 a	0,440 abcde	0,404 bcdef	0,355 ef	0,358 ef	0,350 ef	0,349 ef	0,000 j	0,000 j	0,509 a	0,428 bcd	0,439 abcd	0,399 cde	0,379 def	0,322 ef	0,180 gh	0,000 i	0,000 i

Tabela P30. Uticaj ostataka klomazona nakon 30 dana degradacije na sadržaj karotenoida u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,070 abcde	0,075 abcd	0,083 abc	0,070 abcde	0,061 cde	0,058 de	0,049 ef	0,024 g	0,000 h	0,086 ab	0,082 abc	0,063 defg	0,046 fghi	0,044 ghij	0,041 hij	0,026 j	0,000 k	0,000 k
50	0,089 a	0,080 abcd	0,090 a	0,082 abc	0,075 abcd	0,066 bcde	0,071 abcde	0,032 fg	0,000 h	0,088 ab	0,086 ab	0,094 a	0,072 bcde	0,080 abcd	0,059 efgh	0,031 ij	0,000 k	0,000 k
70	0,090 a	0,081 abc	0,087 ab	0,064 cde	0,058 de	0,068 abcde	0,063 cde	0,000 h	0,000 h	0,095 a	0,083 ab	0,073 bcde	0,071 bcde	0,074 bcde	0,064 cdef	0,037 ij	0,000 k	0,000 k

Tabela P31. Uticaj ostataka klomazona nakon 40 dana degradacije na svežu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,070 bcdef	0,062 defg	0,067 cdefg	0,070 bcdef	0,070 bcdef	0,045 fgh	0,030 hi	0,015 ij	0,000 j	0,043 cd	0,033 de	0,035 de	0,033 de	0,033 de	0,020 f	0,017 f	0,000 g	0,000 g
50	0,098 a	0,102 a	0,090 abc	0,080 abcde	0,097 abcd	0,055 efgh	0,045 fgh	0,028 hi	0,000 j	0,058 a	0,053 abc	0,057 ab	0,045 bcd	0,040 d	0,035 de	0,027 ef	0,000 g	0,000 g
70	0,093 abc	0,103 a	0,097 ab	0,100 a	0,092 abc	0,080 abcde	0,040 ghi	0,000 j	0,000 j	0,065 a	0,058 a	0,055 abc	0,055 abc	0,053 abc	0,027 ef	0,015 f	0,000 g	0,000 g

Tabela P32. Uticaj ostataka klomazona nakon 40 dana degradacije na suhu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,006 efg	0,006 efg	0,007 def	0,007 de	0,007 de	0,004 fgh	0,002 hij	0,002 ij	0,000 j	0,004 ghi	0,004 fgh	0,004 hi	0,003 ij	0,003 jk	0,002 k	0,002 k	0,000 l	0,000 l
50	0,010 abc	0,011 abc	0,009 abc	0,009 bcd	0,010 abc	0,004 ghi	0,004 ghi	0,002 hij	0,000 j	0,008 a	0,006 cd	0,007 bc	0,005 efg	0,004 ghi	0,003 ij	0,002 k	0,000 l	0,000 l
70	0,011 a	0,011 ab	0,010 abc	0,010 abc	0,011 ab	0,008 cde	0,003 ghi	0,000 j	0,000 j	0,008 a	0,007 ab	0,006 cd	0,006 de	0,005 ef	0,003 ij	0,002 k	0,000 l	0,000 l

Tabela P33. Uticaj ostataka klomazona nakon 40 dana degradacije na sadržaj hlorofil *a* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,744 a	0,759 a	0,743 a	0,676 abc	0,504 ghi	0,515 fgh	0,235 j	0,180 j	0,000 k	0,555 cdef	0,558 cdef	0,547 cdefg	0,520 efg	0,426 hi	0,275 j	0,163 k	0,000 l	0,000 l
50	0,725 ab	0,633 bcde	0,668 abcd	0,608 cdef	0,588 cdefg	0,417 i	0,237 j	0,143 j	0,000 k	0,696 ab	0,592 cde	0,598 cde	0,533 defg	0,488 fgh	0,370 i	0,187 jk	0,000 l	0,000 l
70	0,626 cde	0,576 defg	0,584 cdefg	0,589 cdefg	0,566 efg	0,452 hi	0,200 j	0,000 k	0,000 k	0,726 a	0,634 bc	0,612 bcd	0,461 ghi	0,415 hi	0,252 jk	0,161 k	0,000 l	0,000 l

Tabela P34. Uticaj ostataka klomazona nakon 40 dana degradacije na sadržaj hlorofil *b* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,633 ab	0,652 a	0,634 ab	0,573 abcd	0,459 efg	0,452 fg	0,205 h	0,159 h	0,000 i	0,485 cdef	0,509 cde	0,505 cde	0,453 defg	0,380 gh	0,247 i	0,154 j	0,000 k	0,000 k
50	0,617 abc	0,542 cde	0,577 abcd	0,535 cdef	0,517 def	0,373 g	0,208 h	0,135 h	0,000 i	0,599 ab	0,520 bcd	0,529 bcd	0,469 cdef	0,431 efg	0,332 h	0,169 ij	0,000 k	0,000 k
70	0,564 bcd	0,506 def	0,513 def	0,530 cdef	0,527 def	0,402 g	0,182 h	0,000 i	0,000 i	0,626 a	0,543 abc	0,544 abc	0,406 fgh	0,369 gh	0,223 ij	0,149 j	0,000 k	0,000 k

Tabela P35. Uticaj ostataka klomazona nakon 40 dana degradacije na sadržaj karotenoida ulistovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,118 a	0,117 ab	0,111 abc	0,107 abcd	0,083 efg	0,079 fg	0,041 h	0,033 h	0,000 i	0,087 cde	0,096 bcd	0,092 cd	0,089 cde	0,070 efg	0,050 gh	0,032 h	0,000 i	0,000 i
50	0,115 abc	0,106 abcde	0,111 abc	0,098 abcde f	0,095 bcdef	0,070 g	0,045 h	0,028 h	0,000 i	0,117 ab	0,102 abc	0,100 bc	0,095 bcd	0,086 cde	0,064 fg	0,035 h	0,000 i	0,000 i
70	0,097 abcde f	0,096 abcdef	0,093 cdef	0,099 abcde f	0,093 cdef	0,086 defg	0,037 h	0,000 i	0,000 i	0,123 a	0,106 abc	0,101 bc	0,091 cd	0,076 def	0,048 gh	0,032 h	0,000 i	0,000 i

Tabela P36. Uticaj ostataka klomazona nakon 50 dana degradacije na svežu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,065 abc	0,070 ab	0,073 ab	0,070 ab	0,068 abc	0,060 bcd	0,042 e	0,025 f	0,000 g	0,045 ab	0,047 a	0,039 abc	0,040 abc	0,040 abc	0,020 de	0,020 de	0,000 f	0,000 f
50	0,077 a	0,073 ab	0,072 ab	0,070 ab	0,065 abc	0,060 bcd	0,047 de	0,022 f	0,000 g	0,047 a	0,045 ab	0,043 aab	0,043 ab	0,035 bc	0,030 cd	0,023 de	0,000 f	0,000 f
70	0,077 a	0,077 a	0,077 a	0,073 ab	0,073 ab	0,070 ab	0,053 cde	0,018 f	0,000 g	0,042 ab	0,042 ab	0,040 abc	0,037 abc	0,035 bc	0,030 cd	0,020 de	0,013 e	0,000 f



Tabela P37. Uticaj ostataka klomazona nakon 50 dana degradacije na suhu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,005 bcd	0,005 bcd	0,004 def	0,004 de	0,003 fg	0,003 gh	0,002 hi	0,002 i	0,000 j	0,003 ghi	0,004 fghi	0,003 ij	0,003 hij	0,003 ij	0,002 l	0,002 l	0,000 m	0,000 m
50	0,005 abcd	0,005 bcd	0,005 bcd	0,005 bcd	0,004 de	0,004 efg	0,003 fgh	0,002 i	0,000 j	0,006 ab	0,007 a	0,005 bc	0,005 bc	0,004 defgh	0,002 jkl	0,002 kl	0,000 m	0,000 m
70	0,006 ab	0,006 a	0,005 abc	0,006 abc	0,005 abcd	0,005 bcd	0,004 efg	0,002 i	0,000 j	0,005 cd	0,005 cdef	0,005 cde	0,004 cdefg	0,004 efghi	0,003 ijk	0,002 kl	0,002 l	0,000 m

Tabela P38. Uticaj ostataka klomazona nakon 50 dana degradacije na sadržaj hlorofil *a* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,416 abc	0,435 abc	0,433 abc	0,373 bcd	0,352 cde	0,230 fg	0,147 gh	0,109 h	0,000 i	0,438 defg	0,458 cdef	0,433 defg	0,329 hi	0,266 ij	0,146 lm	0,098 m	0,000 n	0,000 n
50	0,505 a	0,459 ab	0,422 abc	0,427 abc	0,461 ab	0,425 abc	0,269 def	0,122 h	0,000 i	0,578 a	0,570 ab	0,573 ab	0,509 bc	0,414 fg	0,187 kl	0,144 lm	0,000 n	0,000 n
70	0,415 abc	0,409 abc	0,422 abc	0,377 bc	0,387 bc	0,359 bcde	0,264 ef	0,165 fgh	0,000 i	0,519 abc	0,496 cd	0,482 cde	0,480 cdef	0,423 efg	0,386 gh	0,221 jk	0,160 klm	0,000 n

Tabela P39. Uticaj ostataka klomazona nakon 50 dana degradacije na sadržaj hlorofil *b* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,371 ab	0,391 ab	0,379 ab	0,336 bc	0,312 bcd	0,176 ef	0,135 f	0,106 f	0,000 g	0,394 cde	0,407 bcde	0,385 de	0,295 f	0,223 g	0,137 hi	0,099 i	0,000 j	0,000 j
50	0,450 a	0,406 ab	0,377 ab	0,382 ab	0,401 ab	0,375 ab	0,240 cde	0,117 f	0,000 g	0,516 a	0,519 a	0,522 a	0,455 abc	0,374 de	0,174 gh	0,135 hi	0,000 j	0,000 j
70	0,370 ab	0,367 ab	0,383 ab	0,331 bc	0,347 b	0,318 bcd	0,234 de	0,155 ef	0,000 g	0,472 ab	0,459 abc	0,439 bcd	0,426 bcd	0,380 de	0,347 ef	0,196 gh	0,150 hi	0,000 j

Tabela P40. Uticaj ostataka klomazona nakon 50 dana degradacije na sadržaj karotenoida u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,065 bcd	0,064 bcde	0,071 ab	0,061 bcde	0,061 bcde	0,040 ef	0,026 f	0,022 fg	0,000 g	0,067 ef	0,074 bcdef	0,071 cdef	0,057 fg	0,043 gh	0,025 hi	0,019 ij	0,000 j	0,000 j
50	0,090 a	0,079 ab	0,068 abcd	0,069 abc	0,075 ab	0,070 ab	0,044 def	0,022 fg	0,000 g	0,094 a	0,095 a	0,093 ab	0,091 abc	0,074 bcdef	0,033 hi	0,027 hi	0,000 j	0,000 j
70	0,072 ab	0,079 ab	0,072 ab	0,068 abcd	0,063 bcde	0,063 bcde	0,045 cdef	0,030 f	0,000 g	0,095 a	0,093 ab	0,079 abcde	0,087 abcd	0,071 cdef	0,070 def	0,041 gh	0,029 hi	0,000 j

Tabela P41. Uticaj ostataka klomazona nakon 70 dana degradacije na svežu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,083 fg	0,093 cdefg	0,087 efg	0,085 efg	0,080 g	0,055 h	0,048 hi	0,030 i	0,000 j	0,045 abcd	0,040 abcde	0,042 abcd	0,040 abcde	0,038 bcde	0,032 def	0,030 def	0,025 ef	0,000 g
50	0,120 ab	0,125 a	0,112 abcd	0,115 abc	0,113 abcd	0,100 bcdefg	0,085 efg	0,047 hi	0,000 j	0,053 ab	0,050 abc	0,050 abc	0,048 abc	0,048 abc	0,048 abc	0,037 cde	0,020 f	0,000 g
70	0,113 abcd	0,113 abcd	0,108 abcde	0,105 abcde	0,097 bcdefg	0,095 cdefg	0,090 defg	0,040 hi	0,000 j	0,055 a	0,050 abc	0,052 abc	0,048 abc	0,037 cde	0,043 abcd	0,032 def	0,020 f	0,020 f

Tabela P42. Uticaj ostataka klomazona nakon 70 dana degradacije na suhu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta									koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6
20	0,006 ghij	0,008 efg	0,007 fgh	0,007 fghi	0,007 fghi	0,005 ijkl	0,004 jkl	0,002 lm	0,000 m	0,005 fgh	0,005 fgh	0,005 fgh	0,004 gh	0,003 hi	0,002 ij	0,002 ij	0,002 j	0,000 k
50	0,014 ab	0,014 ab	0,010 cde	0,010 cde	0,010 bc	0,008 defg	0,006 ghij	0,005 hijk	0,000 m	0,008 a	0,008 ab	0,007 bc	0,006 cde	0,005 defg	0,005 efgh	0,002 ij	0,002 j	0,000 k
70	0,015 a	0,014 ab	0,014 ab	0,014 ab	0,012 ab	0,012 bc	0,009 def	0,003 kl	0,000 m	0,006 cdef	0,006 bcd	0,006 cdef	0,006 cdef	0,005 cdefg	0,005 defg	0,002 ij	0,002 ij	0,002 ij

Tabela P43. Uticaj ostataka klomazona nakon 70 dana degradacije na sadržaj hlorofil *a* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	
20	0,691 a	0,658 ab	0,578 abcde	0,541 bcdef	0,486 def	0,317 gh	0,159 ij	0,079 jk	0,000 k	0,543 abc	0,535 abc	0,453 cde	0,403 def	0,390 def	0,319 fgh	0,127 jk	0,098 kl	0,000 l	
50	0,592 abcde	0,620 abc	0,605 abcd	0,534 bcdef	0,592 abcde	0,568 abcde	0,338 gh	0,137 j	0,000 k	0,551 abc	0,565 ab	0,555 ab	0,522 bc	0,517 bc	0,515 bc	0,360 efg	0,168 jk	0,000 l	
70	0,473 ef	0,558 bcdef	0,516 cdef	0,483 def	0,484 def	0,441 fg	0,277 hi	0,140 j	0,000 k	0,622 a	0,550 abc	0,543 abc	0,454 cde	0,470 bcd	0,453 cde	0,272 ghi	0,224 hij	0,203 ij	

Tabela P44. Uticaj ostataka klomazona nakon 70 dana degradacije na sadržaj hlorofil *b* u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	
20	0,618 a	0,582 ab	0,529 abcd	0,489 bcde	0,468 bcde	0,278 gh	0,141 ij	0,079 jk	0,000 k	0,483 abcd	0,476 abcd	0,411 de	0,362 efg	0,354 efg	0,287 ghi	0,118 kl	0,097 l	0,000 m	
50	0,529 abcd	0,559 abc	0,531 abcd	0,500 abcde	0,525 abcd	0,518 abcd	0,300 fgh	0,124 ij	0,000 k	0,509 abc	0,526 ab	0,474 abcd	0,436 bcde	0,471 abcd	0,467 abcd	0,317 fgh	0,152 jkl	0,000 m	
70	0,420 def	0,504 abcde	0,482 bcde	0,452 cde	0,429 de	0,390 efg	0,243 hi	0,126 ij	0,000 k	0,557 a	0,505 abc	0,505 abc	0,403 def	0,421 cde	0,407 def	0,243 hij	0,202 ijk	0,181 jkl	

Tabela P45. Uticaj ostataka klomazona nakon 70 dana degradacije na sadržaj karotenoida u listovima paradajza

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta										koncentracija klomazona mg a.s./kg zemljišta								
	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	0	0,047	0,094	0,19	0,38	0,75	1,5	3	6	
20	0,111 a	0,104 ab	0,095 ab	0,089 ab	0,083 bc	0,055 de	0,030 efg	0,017 gh	0,000 h	0,091 bcd	0,090 bcd	0,075 cdef	0,071 cdef	0,068 defg	0,054 efghi	0,025 ijk	0,020 jk	0,000 k	
50	0,100 ab	0,105 ab	0,096 ab	0,090 ab	0,097 ab	0,098 ab	0,061 cd	0,028 fg	0,000 h	0,090 bcd	0,100 abc	0,089 bcd	0,087 bcd	0,092 bcd	0,092 bcd	0,061 defgh	0,030 ijk	0,000 k	
70	0,084 bc	0,093 ab	0,093 ab	0,087 ab	0,086 ab	0,085 abc	0,050 def	0,028 fg	0,000 h	0,129 a	0,106 ab	0,092 bcd	0,078 bcde	0,086 bcd	0,081 bcde	0,046 fghij	0,039 ghij	0,034 hij	

Tabela P46. Uticaj ostataka imazamoksa na svežu masu izdanka paprike

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,090 abcde f	0,088 abcdef	0,092 abcdef	0,083 bcdef	0,083 bcdef	0,070 def	0,071 cdef	0,073 cdef	0,063 f	0,072 abcde	0,062 bcdef	0,057 bcdef	0,053 cdef	0,057 bcdef	0,052 defg	0,047 fg	0,050 efg	0,030 g
50	0,117 a	0,108 ab	0,102 abc	0,098 abcd	0,105 ab	0,098 abcd	0,090 abcdef	0,082 bcdef	0,065 ef	0,085 a	0,073 abcd	0,073 abcd	0,057 bcdef	0,053 cdef	0,055 bcdef	0,052 defg	0,050 efg	0,045 fg
70	0,100 abcd	0,092 abcdef	0,095 abcde	0,093 abcde	0,088 abcdef	0,092 abcdef	0,080 bcdef	0,078 bcdef	0,072 cdef	0,085 a	0,077 ab	0,075 abc	0,063 bcdef	0,070 abcde	0,073 abcd	0,063 abcdef	0,060 bcdef	0,045 fg

Tabela P47. Uticaj ostataka imazamoksa na svežu masu korena paprike

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,057 bcd	0,053 de	0,055 cde	0,050 defg	0,033 ghijk	0,030 hijkl	0,022 ijklm	0,015 lm	0,012 m	0,052 bcdefgh	0,042 efghij	0,038 fghijk	0,037 ghijk	0,032 ijklm	0,023 jklm	0,017 lm	0,015 lm	0,013 m
50	0,057 bcd	0,050 defg	0,048 defgh	0,048 defgh	0,052 def	0,038 efghi	0,035 fghij	0,032 hijkl	0,020 jklm	0,067 abc	0,062 abcd	0,055 abcdefg	0,062 abcd	0,048 cdefg hi	0,037 ghijk	0,033 hijkl	0,020 klm	0,015 lm
70	0,078 a	0,072 abc	0,073 ab	0,065 abcd	0,055 cde	0,038 efghi	0,017 klm	0,015 lm	0,017 klm	0,072 a	0,070 ab	0,063 abcd	0,065 abcd	0,057 abcde f	0,058 abcde	0,060 abcde	0,047 defghi	0,037 ghijk

Tabela P48. Uticaj ostataka imazamoksa na dužinu korena paprike

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	7,367 ab	5,800 bcdefg	6,400 abcde	5,467 cdefg h	6,300 abcde	5,350 cdefgh	5,350 cdefgh	4,583 fghi	4,217 ghi	5,750 bcd	5,433 cdef	4,650 efghi	4,433 efghijkl	4,333 ghijkl	4,050 ijklm	3,883 ijklm	3,550 jklmn	2,750 nop
50	7,883 a	6,467 abcde	5,967 bcdef	6,517 abcde	6,000 bcdef	4,917 efghi	4,817 efghi	4,133 ghi	3,383 i	8,083 a	6,683 b	6,450 bc	5,150 defg	4,817 defghi	4,600 efghij	4,350 fghijkl	3,450 klmno	2,433 op
70	7,200 ab	7,450 ab	7,000 abc	6,783 abcd	5,833 bcdef g	5,250 defgh	4,233 ghi	3,817 hi	4,050 hi	6,467 bc	5,467 cde	5,467 cde	5,250 defg	4,500 efghij k	4,083 hijklm	3,367 lmno	3,117 mno	1,983 p

Tabela P49. Uticaj ostataka imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paprike

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	1,488 abc	1,046 ghij	1,356 abcd	1,147 defgh	1,310 bcdef	1,445 abc	1,451 abc	1,586 a	1,540 ab	2,050 abcde	2,052 abcde	1,858 bcde	1,709 e	1,755 de	1,793 e	1,954 abcde	1,850 bcde	2,129 abcde
50	1,209 defg	0,963 hijk	0,786 kl	0,694 kl	0,740 kl	0,648 l	0,638 l	0,740 kl	1,086 fghi	2,139 abcde	2,260 abcd	2,126 abcde	2,046 abcde	2,113 abcde	2,009 abcde	1,798 cde	2,162 abcde	2,043 abcde
70	1,577 a	0,853 jkl	0,868 ijkl	1,479 abc	1,335 bcde	1,111 efgh	1,258 cdefg	1,325 bcde	1,525 ab	2,307 abc	2,304 abc	2,399 a	2,205 abcde	2,254 abcd	2,334 ab	1,721 e	1,822 bcde	2,083 abcde

Tabela P50. Uticaj ostataka imazamoksa na svežu masu izdanka paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,072 ghijk	0,077 efghi	0,067 hijkl	0,065 hijkl	0,053 ijklm	0,057 ijklm	0,043 jklmn	0,040 klmn	0,017 n	0,048 def	0,057 bcde	0,048 def	0,053 cdef	0,048 def	0,040 ef	0,035 ef	0,035 ef	0,030 f
50	0,107 cdef	0,102 cdefg	0,100 cdefg	0,100 cdefg	0,092 defgh	0,075 fghij	0,070 ghijk	0,035 lmn	0,025 mn	0,065 abcd	0,067 abcd	0,068 abcd	0,067 abcd	0,055 bcde	0,052 cdef	0,048 def	0,037 ef	0,030 f
70	0,145 a	0,148 a	0,140 ab	0,125 abc	0,117 abcd	0,108 bcde	0,062 hijkl	0,037 lmn	0,028 mn	0,082 a	0,075 abc	0,078 ab	0,072 abcd	0,070 abcd	0,073 abc	0,065 abcd	0,038 ef	0,037 ef

Tabela P51. Uticaj ostataka imazamoksa na svežu masu korena paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,030 efg	0,032 defg	0,027 efg	0,028 efg	0,028 efg	0,025 efg	0,025 efg	0,017 g	0,015 g	0,042 abcde	0,040 abcdef	0,027 defgh	0,025 defgh	0,020 fgh	0,020 fgh	0,018 gh	0,017 h	0,017 h
50	0,067 ab	0,060 abc	0,058 abc	0,045 bcdef	0,045 bcdef	0,040 cdefg	0,037 cdefg	0,032 defg	0,023 fg	0,055 ab	0,052 abc	0,048 abc	0,038 bcdefg	0,033 cdefg h	0,027 defgh	0,020 fgh	0,023 efgh	0,018 gh
70	0,073 a	0,067 ab	0,058 abc	0,057 abcd	0,050 abcde	0,038 cdefg	0,032 defg	0,032 defg	0,027 efg	0,060 a	0,053 abc	0,045 abcd	0,037 bcdefg h	0,033 cdefg h	0,040 abcdef	0,025 defgh	0,020 fgh	0,017 h

Tabela P52. Uticaj ostataka imazamoksa na dužinu korena paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	5,000 abc	5,150 ab	4,533 abcd	3,667 bcdef	3,200 defgh	3,400 cdefg	2,750 efgh	2,617 efgh	2,117 fgh	5,017 bcdef	5,050 bcdef	4,450 defghi	4,617 cdefg h	3,850 efghij	3,667 fghijk	2,433 jklm	2,617 jklm	2,350 klm
50	4,983 abc	5,300 a	4,483 abcd	3,950 abcde	2,950 defgh	3,283 defgh	2,567 efgh	2,467 efgh	2,100 fgh	6,183 ab	5,367 abcd	4,950 bcdefg	3,517 ghijk	3,350 hijkl	2,983 ijklm	2,400 jklm	2,467 jklm	2,000 lm
70	3,517 cdefg	3,350 defgh	3,500 cdefg	3,233 defgh	3,200 defgh	3,133 defgh	2,717 efgh	1,933 gh	1,733 h	6,783 a	5,950 abc	6,083 abc	5,267 bcde	4,933 bcdef	2,500 jklm	2,400 jklm	1,533 m	1,817 m

Tabela P53. Uticaj ostataka imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama paradajza

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	1,785 bcdef g	1,460 defghij	1,448 efghij	1,166 ij	1,040 j	1,221 hij	1,350 ghij	1,377 efghij	1,423 efghij	2,166 b	1,865 cdef	1,745 defgh i	1,749 defgh i	1,942 bcd	1,825 defg	1,561 hijklm	1,653 efghij	1,497 ijklm
50	1,899 bcde	1,568 bcdefghi j	1,687 bcdefgh i	1,730 bcdefg h	1,703 bcdefg h	1,430 efghij	1,617 bcdefgh i	1,988 bcd	1,802 bcdef g	1,638 fghijk l	1,518 hijklm	1,543 hijkl m	1,396 lmn	1,399 klmn	1,453 jklm	1,485 jklm	1,328 mn	1,178 n
70	2,625 a	2,077 b	2,018 bc	1,537 cdefghi j	1,331 ghij	1,359 fghij	1,892 bcdef	2,052 bc	2,061 bc	2,598 a	2,175 b	2,101 bc	1,902 cde	1,650 efghij k	1,641 fghijk l	1,598 ghijkl	1,485 jklm	1,755 defgh

Tabela P54. Uticaj ostataka imazamoksa na svežu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,687 abcdef	0,593 cdefg	0,580 defg	0,588 cdefg	0,553 efgh	0,367 hijk	0,288 jk	0,325 ijk	0,178 k	0,383 bcde	0,365 bcdef	0,350 cdefg	0,335 defgh	0,253 fghi	0,262 fghi	0,245 ghi	0,238 ghi	0,195 i
50	0,743 abcde	0,803 ab	0,788 abc	0,803 ab	0,777 abcd	0,587 cdefg	0,498 fghi	0,283 jk	0,267 jk	0,530 a	0,525 a	0,533 a	0,458 abc	0,525 a	0,378 bcde	0,337 defgh	0,268 efghi	0,233 hi
70	0,842 ab	0,890 a	0,822 ab	0,843 ab	0,652 bcdef	0,580 defg	0,435 ghij	0,340 ijk	0,258 jk	0,528 a	0,522 a	0,510 a	0,480 ab	0,428 abcd	0,420 abcd	0,363 cdef	0,353 cdefg	0,243 ghi

Tabela P55. Uticaj ostataka imazamoksa na svežu masu korena krastavca

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta										koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800		0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,227 c	0,210 cd	0,195 cde	0,180 cdefgh	0,145 cdefghi	0,105 cdefghi	0,047 fghi	0,037 hi	0,023 i		0,157 cd	0,097 def	0,088 def	0,097 def	0,050 ef	0,053 ef	0,032 ef	0,028 ef	0,023 f
50	0,503 ab	0,480 ab	0,33 b	0,227 c	0,165 cdefghi	0,077 defghi	0,077 defghi	0,042 ghi	0,032 i		0,352 a	0,323 a	0,333 a	0,205 bc	0,153 cd	0,060 rf	0,045 ef	0,035 ef	0,027 ef
70	0,583 a	0,548 a	0,387 b	0,398 b	0,188 cdef	0,187 cdefg	0,057 efghi	0,035 hi	0,035 hi		0,353 a	0,350 a	0,338 a	0,323 a	0,240 b	0,100 de	0,043 ef	0,038 ef	0,027 ef

Tabela P56. Uticaj ostataka imazamoksa na dužinu korena krastavca

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta										koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800		0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	15,98 b	10,63 cde	8,73 ef	10,08 de	7,02 efghi	4,37 hij	3,42 ij	3,22 ij	2,38 j		11,03 cd	8,05 e	5,58 fg	5,65 fg	4,07 ghij	4,22 ghi	2,65 ijk	2,27 ijk	1,77 jk
50	14,50 bc	13,78 bcd	13,80 bcd	9,57 e	8,60 efg	5,27 fghij	3,40 ij	2,33 j	1,77 j		13,02 bc	9,47 de	10,73 cd	7,20 ef	5,43 fgh	4,42 ghi	3,12 hijk	2,17 ijk	1,82 jk
70	23,07 a	17,20 b	15,07 b	15,15 b	8,93 ef	8,28 efgh	4,47 ghij	2,28 j	1,70 j		15,82 a	14,15 ab	12,98 bc	7,25 ef	5,55 fg	4,50 ghi	3,47 ghijk	2,55 ijk	1,68 k

Tabela P57. Uticaj ostataka imazamoksa na sadržaj rastvorljivih proteina u biljkama krastavca

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta										koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800		0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	5,047 a	4,349 abc	4,068 bcdef	4,741 ab	4,941 a	4,086 bcde	3,565 defg	4,037 bcdef	3,977 bcdef		1,647 ab	1,421 abcdefg hi	1,501 abcdefg	1,567 abcde	1,261 cdefghi j	1,524 abcdef	1,647 abc	1,570 abcde	1,135 fghijk
50	4,515 abc	3,476 efgh	3,321 efgh	3,327 efgh	4,080 bcdef	4,051 bcdef	3,865 cdef	3,857 cdef	3,922 cdef		1,787 ab	1,160 efghijk	1,040 ijk	0,897 jk	0,800 k	0,849 jk	1,487 abcdefg	1,533 abcde f	1,384 bcdefgh i
70	4,506 abc	2,715 h	2,889 gh	2,946 gh	3,340 cdef	3,301 fgh	4,274 abcd	4,060 bcdef	4,446 abc		1,842 a	1,464 abcdefg h	1,352 cdefghi	1,389 bcdefg hi	1,055 hijk	1,089 ghijk	1,533 abcdef	1,610 abcd	1,212 defghijk

Tabela P58. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 10 dana degradacije na svežu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,590 def	0,500 efgh	0,533 efg	0,472 fghi	0,385 ghijk	0,355 hijk	0,357 hijk	0,375 ghijk	0,178 l	0,412 abcdefg h	0,355 cdefgh i	0,370 abcdefg hi	0,347 defghi	0,357 cdefghi	0,343 efghij	0,325 fghijk	0,245 ijk	0,218 jk
50	0,720 abcd	0,760 abc	0,728 abcd	0,723 abcd	0,723 abcd	0,612 cdef	0,385 ghijk	0,330 ijkl	0,242 kl	0,490 ab	0,495 a	0,465 abcde	0,478 abc	0,460 abcde	0,442 abcdef	0,365 bcdefgh i	0,250 ijk	0,213 k
70	0,805 ab	0,828 a	0,752 abc	0,697 abcd	0,652 bcde	0,480 fghi	0,407 ghij	0,300 jkl	0,235 kl	0,472 abcd	0,480 abc	0,435 abcdefg	0,415 abcdefg h	0,365 bcdefgh i	0,362 cdefgh i	0,302 hijk	0,310 ghijk	0,250 ijk

Tabela P59. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 10 dana degradacije na svežu masu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,265 ab	0,237 abcd	0,223 abcd	0,210 abcd	0,162 defgh	0,105 fghij	0,087 hijkl	0,072 ijkl	0,035 jkl	0,270 cd	0,228 cde	0,213 cde	0,180 def	0,153 efg	0,068 gh	0,055 gh	0,042 h	0,040 h
50	0,268 a	0,237 abcd	0,230 abcd	0,230 abcd	0,197 abcde	0,190 bcde	0,082 ijkl	0,018 l	0,022 kl	0,285 bc	0,278 cd	0,245 cde	0,220 cde	0,190 cdef	0,112 fgh	0,060 gh	0,025 h	0,022 h
70	0,265 ab	0,247 abc	0,180 cdef	0,168 defg	0,127 efghi	0,103 fghij	0,098 ghijk	0,035 jkl	0,013 l	0,417 a	0,398 a	0,397 a	0,380 ab	0,272 cd	0,183 def	0,077 gh	0,052 h	0,038 h

Tabela P60. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 10 dana degradacije na dužinu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	12,95 cdef	11,80 ef	12,43 def	10,40 fgh	6,58 ij	5,83 ijk	4,38 jkl	3,98 jkl	2,00 l	12,32 ab	10,42 bcde	10,18 bcde	9,13 cdef	8,22 def	3,92 hi	3,53 hi	2,55 hi	1,65 i
50	16,23 b	15,48 bc	14,92 bcd	11,37 fg	10,98 fgh	8,32 hi	6,68 ij	2,63 l	1,95 l	11,25 abc	10,72 abcd	10,13 bcde	9,15 cdef	7,58 efg	5,35 gh	3,38 hi	2,03 i	1,97 i
70	21,47 a	21,03 a	14,75 bcde	12,10 def	8,67 ghi	6,70 ij	5,75 ijk	3,45 kl	1,82 l	13,53 a	12,08 ab	12,43 ab	11,65 abc	9,68 bcdef	7,22 fg	3,83 hi	2,92 hi	2,10 i



Tabela P61. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 20 dana degradacije na svežu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,470 efgh	0,402 fghi	0,405 fghi	0,363 ghij	0,370 ghij	0,377 fghij	0,312 hijk	0,262 ijk	0,183 k	0,358 abc	0,350 abcd	0,335 abcde	0,332 abcde	0,323 abcde	0,248 def	0,248 def	0,245 ef	0,193 f
50	0,673 abc	0,720 ab	0,712 ab	0,703 ab	0,680 abc	0,548 bcdef	0,417 fghi	0,388 fghi	0,247 ijk	0,417 a	0,408 a	0,402 a	0,395 a	0,382 ab	0,377 ab	0,372 abc	0,270 cdef	0,202 f
70	0,737 a	0,718 ab	0,763 a	0,663 abcd	0,630 abcde	0,525 cdefg	0,488 defgh	0,343 hijk	0,202 jk	0,408 a	0,402 a	0,383 ab	0,380 ab	0,345 abcde	0,338 abcde	0,320 abcde	0,282 bcdef	0,242 ef

Tabela P62. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 20 dana degradacije na svežu masu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,170 fghi	0,168 ghi	0,145 hij	0,128 ijkl	0,135 hijk	0,108 ijklm	0,087 jklmn	0,045 mn	0,030 n	0,302 abcd	0,260 cde	0,240 de	0,215 e	0,210 ef	0,072 gh	0,058 gh	0,048 gh	0,043 gh
50	0,243 bcdef	0,220 cdefg	0,230 cdefg	0,207 defgh	0,180 efghi	0,158 ghij	0,070 klmn	0,058 lmn	0,027 n	0,363 a	0,342 abc	0,263 cde	0,273 bcde	0,200 ef	0,125 fg	0,083 gh	0,048 gh	0,027 h
70	0,323 a	0,312 ab	0,283 abc	0,272 abcd	0,252 abcde	0,132 ijkl	0,135 hijk	0,058 lmn	0,020 n	0,362 a	0,352 ab	0,327 abc	0,332 abc	0,278 abcde	0,218 de	0,048 gh	0,045 gh	0,040 gh

Tabela P63. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 20 dana degradacije na dužinu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	9,95 cdef	9,20 defg	9,80 cdef	8,72 defgh	9,55 cdef	7,48 efghi	5,25 fghij	3,70 hij	2,40 ij	10,58 bcde	9,58 def	9,32 defg	8,38 efg	7,38 fgh	4,22 ij	3,43 ij	2,28 jk	1,82 jk
50	10,80 cde	10,33 cdef	10,25 cdef	8,48 defgh	7,40 efghi	6,12 efghij	4,05 ghij	2,15 j	1,30 j	10,05 cde	9,87 de	9,27 defg	8,18 efg	7,33 fgh	5,40 hi	4,08 ij	2,85 jk	1,55 k
70	22,63 a	21,43 a	16,17 b	14,72 bc	13,33 bcd	7,82 efgh	6,32 efghij	4,25 ghij	2,08 j	13,32 a	12,52 ab	13,17 a	12,33 abc	11,17 abcd	7,00 gh	3,20 ijk	2,28 jk	1,95 jk

Tabela P64. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 30 dana degradacije na svežu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,668 abcde	0,677 abcd	0,673 abcde	0,642 abcde	0,578 cdef	0,488 efgh	0,392 fghij	0,310 hij	0,238 ij	0,413 abcde f	0,403 bcdef	0,388 cdefg	0,387 cdefg	0,373 defg	0,302 fgh	0,280 gh	0,277 gh	0,230 h
50	0,813 ab	0,817 ab	0,785 ab	0,783 ab	0,807 ab	0,717 abcd	0,632 bcde	0,430 fghi	0,265 ij	0,520 a	0,512 ab	0,495 abc	0,493 abc	0,495 abc	0,492 abc	0,432 abcde	0,343 efg	0,285 gh
70	0,828 a	0,795 ab	0,763 abc	0,732 abcd	0,643 abcde	0,563 defg	0,440 fghi	0,378 ghij	0,237 ij	0,475 abcd	0,465 abcd	0,438 abcde	0,420 abcde	0,373 defg	0,390 cdefg	0,362 defg	0,347 efg	0,283 gh

Tabela P65. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 30 dana degradacije na svežu masu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,218 abcde	0,220 abcd	0,208 bcdef	0,198 cdefg	0,158 efgh	0,120 hij	0,095 ijkl	0,055 klmn	0,035 lmn	0,318 abcd	0,290 abcde	0,253 cdef	0,238 def	0,222 efg	0,077 hi	0,060 hi	0,063 hi	0,052 hi
50	0,185 cdefg	0,175 cdefgh	0,168 defgh	0,138 ghij	0,148 fghi	0,118 hij	0,083 jklm	0,048 klmn	0,027 mn	0,362 a	0,350 ab	0,338 abc	0,263 bcdef	0,267 bcdef	0,240 def	0,078 hi	0,035 i	0,035 i
70	0,263 ab	0,278 a	0,235 abc	0,222 abcd	0,212 bcde	0,120 hij	0,097 ijk	0,053 klmn	0,018 n	0,300 abcde	0,290 abcde	0,287 abcde	0,285 abcde	0,257 cdef	0,193 fg	0,135 gh	0,057 hi	0,035 i

Tabela P66. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 30 dana degradacije na dužinu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	9,75 cdef	9,67 cdef	9,07 efg	9,02 efg	9,25 def	6,70 gh	4,85 hi	3,08 ijk	2,33 jk	11,75 cdefg	11,02 efgh	10,30 efghi	9,30 ghi	8,75 hi	5,42 klm	4,13 lmn	2,68 n	2,05 n
50	13,15 a	12,42 ab	11,60 abcd	10,42 bcdef	10,42 bcdef	8,18 fg	4,55 hij	2,53 ijk	2,30 jk	12,05 cdef	11,93 cdef	11,17 defgh	9,17 hi	8,22 ij	7,92 ijk	4,12 lmn	2,97 mn	2,33 n
70	12,15 abc	12,07 abc	11,23 abcde	10,37 bcdef	8,13 fg	4,85 hi	4,20 ij	2,62 ijk	1,22 k	15,20 a	14,75 ab	14,13 abc	13,70 abcd	12,38 bcde	9,78 fghi	5,85 jkl	2,87 mn	2,42 n

Tabela P67. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 40 dana degradacije na svežu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta										koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800		0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,548 bcdef	0,517 defg	0,510 efgh	0,502 efgh	0,467 fgh	0,433 fghi	0,382 hij	0,287 jk	0,197 k		0,387 bcdefg	0,378 defg	0,368 defg	0,363 defgh	0,362 defgh	0,312 fghij	0,285 ghij	0,250 ij	0,233 j
50	0,677 ab	0,650 abc	0,710 a	0,647 abcd	0,677 ab	0,617 abcde	0,537 cdef	0,392 ghij	0,245 k		0,410 abcdef	0,405 abcde f	0,382 defg	0,383 cdefg	0,372 defg	0,370 defg	0,323 efghij	0,260 hij	0,233 j
70	0,722 a	0,655 abc	0,670 ab	0,652 abc	0,605 abcde	0,513 efgh	0,462 fgh	0,312 ijk	0,228 k		0,507 a	0,492 ab	0,490 abc	0,443 abcd	0,422 abcde	0,407 abcde f	0,383 cdefg	0,353 defgh	0,308 fghij

Tabela P68. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 40 dana degradacije na svežu masu korena krastavca

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta										koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800		0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,198 defg	0,190 efghi	0,178 efghi	0,183 efghi	0,155 fghij	0,127 ghijk	0,118 hijkl	0,043 lmn	0,038 mn		0,303 abc	0,278 abcd	0,253 abcde	0,230 cde	0,215 def	0,145 fg	0,068 gh	0,065 gh	0,065 gh
50	0,300 ab	0,287 abc	0,270 abcd	0,243 bcde	0,222 cdef	0,195 defgh	0,142 ghij	0,078 jklmn	0,043 lmn		0,328 a	0,315 ab	0,280 abcd	0,248 abcde	0,237 bcde	0,227 cdef	0,185 ef	0,055 h	0,042 h
70	0,330 a	0,327 a	0,307 ab	0,280 abc	0,253 abcde	0,177 efghi	0,113 ijklm	0,062 klmn	0,030 n		0,327 a	0,313 ab	0,308 abc	0,297 abcd	0,292 abcd	0,220 def	0,190 ef	0,095 gh	0,045 h

Tabela P69. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 40 dana degradacije na dužinu korena krastavca

PVK (%)	ilovača										peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta										koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800		0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	11,37 cde	10,73 cdef	10,87 cde	10,55 def	10,47 defg	7,02 gh	7,00 gh	3,28 i	2,73 i		10,98 abcde	10,85 abcde f	10,87 abcde f	9,43 cdefgh	9,03 cdefgh	7,63 efghi	4,50 ijk	2,92 k	1,88 k
50	15,10 ab	14,25 abc	13,80 abcd	12,15 bcde	10,35 defg	9,10 efg	7,23 fgh	5,35 hi	2,58 i		11,48 abcd	11,18 abcd	10,50 bcdef g	9,65 cdefgh	8,75 defgh	7,50 fghij	4,07 jk	2,20 k	1,93 k
70	17,09 a	16,73 a	15,73 a	14,23 abc	12,05 bcde	9,75 efg	5,20 hi	3,02 i	1,93 i		14,23 a	13,88 ab	13,25 ab	12,40 abc	10,97 abcde	7,23 ghij	6,75 hij	3,22 k	2,97 k

Tabela P70. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 50 dana degradacije na svežu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,665 efghi	0,683 efgh	0,668 efghi	0,602 fghij	0,592 ghij	0,515 jk	0,413 kl	0,313 lm	0,227 m	0,452 abc	0,437 abcde	0,442 abcd	0,430 abcde	0,427 abcde	0,373 cdef	0,375 cdef	0,318 ef	0,272 f
50	0,780 cde	0,747 def	0,755 de	0,760 de	0,713 defg	0,687 efgh	0,563 hij	0,395 kl	0,292 lm	0,507 a	0,508 a	0,480 abc	0,468 abc	0,433 abcde	0,425 abcde	0,433 abcde	0,367 cdef	0,295 f
70	0,938 ab	0,952 a	0,913 abc	0,845 abcd	0,797 bcde	0,702 defgh	0,525 ijk	0,408 kl	0,238 m	0,530 a	0,498 ab	0,485 abc	0,497 ab	0,518 a	0,483 abc	0,443 abcd	0,380 bcdef	0,330 def

Tabela P71. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 50 dana degradacije na svežu masu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,277 efg	0,275 efg	0,258 fg	0,252 fg	0,208 gh	0,155 hi	0,123 ij	0,050 j	0,043 j	0,398 a	0,368 abcd	0,350 abcde	0,300 cdefg	0,285 defgh	0,232 fghi	0,150 ij	0,095 jk	0,098 jk
50	0,370 cd	0,353 cde	0,347 cde	0,307 def	0,285 efg	0,262 fg	0,167 hi	0,090 ij	0,047 j	0,413 a	0,397 a	0,387 ab	0,302 bcdefg	0,287 defgh	0,265 efgh	0,212 hi	0,065 jk	0,062 k
70	0,505 a	0,498 ab	0,457 ab	0,422 bc	0,370 cd	0,258 fg	0,160 hi	0,095 ij	0,047 j	0,407 a	0,393 a	0,405 a	0,397 a	0,380 abc	0,307 bcdef	0,218 ghi	0,110 jk	0,053 k

Tabela P72. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 50 dana degradacije na dužinu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	13,00 efg	13,20 def	12,48 fgh	11,73 fgh	11,38 fgh	9,75 hi	7,55 ij	3,92 klm	2,92 lm	14,12 abcd	14,48 abc	14,03 abcd	11,63 bcdef	11,28 cdefg	10,82 defg	7,87 ghi	4,03 jk	3,27 jk
50	16,70 abc	16,30 abc	15,53 cde	12,48 fgh	11,95 fgh	10,45 gh	5,91 jk	4,47 klm	2,83 lm	13,73 abcd	13,98 abcd	12,60 abcde	11,10 cdefg	9,98 efgh	8,42 fgh	4,67 ijk	3,42 jk	2,77 k
70	18,75 a	18,38 ab	17,87 abc	15,78 bcd	13,20 def	10,45 gh	5,41 jkl	3,12 lm	2,17 m	15,40 a	15,26 a	15,07 ab	14,43 abc	11,62 bcdef	9,05 efgh	6,48 hij	3,63 jk	2,85 k

Tabela P73. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 70 dana degradacije na svežu masu izdanka krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,723 efg	0,702 fgh	0,673 fgh	0,668 fgh	0,625 ghij	0,447 ijkl	0,405 klm	0,310 lm	0,245 m	0,432 abcd	0,428 abcd	0,438 abc	0,432 abcd	0,393 abcde f	0,353 cdefg	0,348 defg	0,310 fg	0,278 g
50	0,993 abc	0,963 abcd	0,920 bcde	0,920 bcde	0,828 cdef	0,827 cdef	0,658 fgh	0,437 jklm	0,335 klm	0,463 ab	0,447 ab	0,470 ab	0,472 ab	0,432 abcd	0,415 abcde	0,408 abcde	0,333 efg	0,278 g
70	1,133 a	1,152 a	1,070 ab	1,003 abc	0,917 bcde	0,772 defg	0,642 fghi	0,512 hijk	0,283 lm	0,480 a	0,460 ab	0,458 ab	0,472 ab	0,462 ab	0,443 ab	0,428 abcd	0,386 bcdef	0,310 fg

Tabela P74. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 70 dana degradacije na svežu masu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	0,290 efgh	0,293 defgh	0,267 fghi	0,252 fghi	0,210 hij	0,208 hij	0,162 jkl	0,075 lm	0,043 m	0,323 abcd	0,333 abc	0,325 abcd	0,258 cdefg	0,218 efghi	0,187 fghij	0,135 ijkl	0,097 jkl	0,085 kl
50	0,393 c	0,382 cd	0,372 cde	0,337 cdef	0,292 efgh	0,267 fghi	0,178 ijk	0,095 klm	0,052 m	0,340 abc	0,343 abc	0,318 abcd	0,298 abcd e	0,280 abcd ef	0,235 defgh	0,163 hijk	0,053 l	0,053 l
70	0,680 a	0,687 a	0,675 a	0,615 a	0,503 b	0,332 cdefg	0,245 ghij	0,117 klm	0,063 m	0,363 a	0,342 abc	0,338 abc	0,353 ab	0,352 abc	0,263 bcdefg	0,175 ghijk	0,127 ijkl	0,055 l

Tabela P75. Uticaj ostataka imazamoksa nakon 70 dana degradacije na dužinu korena krastavca

PVK (%)	ilovača									peskuša								
	koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta									koncentracija imazamoksa $\mu\text{g a.s./kg}$ zemljišta								
	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800	0	6,25	12,5	25	50	100	200	400	800
20	13,20 cdefg	13,33 cdefg	13,57 cdef	11,87 defg	10,97 efgh	9,32 fghi	7,10 hijkl	4,03 kl	2,92 l	12,60 abc	12,88 a	11,98 abc	11,17 abcd	9,60 cde	9,62 bcd	6,75 ef	3,28 g	3,13 g
50	17,05 bc	16,08 cd	15,85 cd	14,18 cde	10,93 efgh	10,85 fghi	8,63 ghijk	4,35 jkl	3,27 l	12,87 ab	12,85 abc	11,67 abc	10,98 abcd	11,25 abcd	7,13 ef	4,23 fg	3,15 g	2,57 g
70	31,13 a	30,88 a	29,75 a	29,82 a	21,00 b	17,17 bc	8,97 fghij	4,98 ijkl	3,62 l	11,85 abc	12,20 abc	12,26 abc	12,37 abc	10,77 abcd	8,03 de	4,72 fg	4,22 fg	3,42 g

## **Biografija kandidata**

Jelena Gajić Umiljendić je rođena 8. januara 1976. godine u Beogradu, Republika Srbija. Osnovnu školu i Devetu gimnaziju završila je u Beogradu. Studije na Poljoprivrednom fakultetu, odsek za Zaštitu bilja i prehrambenih proizvoda, upisala je školske 1997/98. godine, a završila je 2004. godine, sa prosečnom ocenom 9,11 i ocenom 10 diplomskog rada "Poboljšanje detekcije cista (Heteroderinae; Nematoda) u uzorcima zemljišta". Poslediplomske studije na istom fakultetu, grupa Fitofarmacija, upisala je školske 2004/05. godine. U skladu sa reformom Univerziteta i usklađivanjem nastavnog programa sa Bolonjskom deklaracijom, juna 2007. godine upisala je doktorske studije na odseku za Fitomedicinu.

Tokom 2005. godine bila je angažovana na izvođenju praktične nastave na predmetu Herbologija, na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Od 06.02.2006. godine radi u današnjem Institutu za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, u Laboratoriji za herbologiju. U zvanje istraživač saradnik izabrana je 2009. godine.

Tokom istraživačkog rada učestvovala je na projektima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije "Istraživanja u cilju razvoja novih i poboljšanja postojećih formulacija herbicida (TR 6868.B, 2005-2007)" i "Biološka, hemijska, toksikološka i ekotoksikološka proučavanja herbicida i njihova primena (TR 20041, 2008-2011)" kao i na projektu Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije "Identifikacija i monitoring alohtonih invazivnih korova (AIK) na području Srbije sa predlogom mera za suzbijanje (2007-2009)". U novom projektnom ciklusu Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije angažovana je na projektu "Proučavanje biljnih patogena, artropoda, korova i pesticida u cilju razvoja metoda bioracionalne zaštite bilja i proizvodnje bezbedne hrane (TR 31043, 2011-2015)".

Do sada je objavila i saopštila na naučnim skupovima 50 radova. Član je Evropskog društva za istraživanje korova (EWRS), Društva za zaštitu bilja Srbije i Herbološkog društva Srbije.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписана, Јелена Гајић Умиљендић  
број уписа ФМ 11/47

### Изјављујем

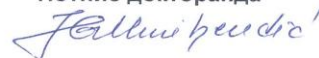
да је докторска дисертација под насловом

„Осетљивост парадајза, паприке и краставца на резидуално деловање кломазона и имазамокса“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, 04.12.2014.

Потпис докторанда



Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске  
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора	Јелена Гајић Умиљендић
Број уписа	ФМ 11/47
Студијски програм	Пољопривредне науке, модул Фитомедицина
Наслов рада	„Осетљивост парадајза, паприке и краставца на резидуално деловање кломазона и имазамокса“
Ментори	проф. др Петар Вукша и др Љиљана Радивојевић, виши научни сарадник

Потписани, Јелена Гајић Умиљендић

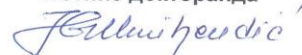
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, 04.12.2014.

Потпис докторанда





Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Осетљивост парадајза, паприке и краставца на резидуално деловање кломазона и имазамокса“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

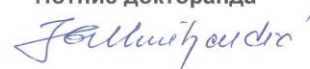
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прераде**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 04.12.2014.

Потпис докторанда



1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.