

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA POLJSKE LJUBICE (*Viola arvensis* Murray)Laura KOŠČAK¹, Valentina ŠOŠTARČIĆ², Maja ŠČEPANOVIĆ²¹Studentica diplomskog studija Fitomedicine, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet²Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

laurazd28@gmail.hr

Prihvaćeno: 10-12-2020

SAŽETAK

Poljska ljubica (*Viola arvensis* Murr.) jednogodišnja je vrsta koja zakorovljuje usjeve gustog sklopa te nasade bobičastog voća i povrćarskih kultura. Potječe s prostora Euroazije, a zbog svojstva adaptibilnosti proširila se i na ostale kontinente. Često je moguća zamjena s vrstom *V. tricolor* L. (maćuhica) od koje se razlikuje po boji cvjetova i obliku gornjih listova. Razmnožavanje *V. arvensis* generativno je. U laboratorijskim uvjetima najveća klijavost ostvaruje se pri temperaturi od 15 °C u trajanju od 8 sati te pri temperaturi od 5 °C u trajanju od 16 sati. Preferira pjeskovita tla reakcije od blago kisele do lužnate. Tolerantna je na zasjenjivanje i sušu. Prezimljuje u formi rozete, a visinom biljka može dosegnuti prosječno 30 cm. Zbog niskog habitusa izravne štete uzrokovane korovnom vrstom *V. arvensis* nisu toliko značajne koliko neizravne koje se javljaju nakon žetve usjeva kada biljno tkivo zahvaćeno pri žetvi usjeva može utjecati na povećanje vlage sjemena usjeva. *V. arvensis* vrsta je koja se prilagodila utjecaju čovjeka te se uspješno razvija na obrađivanim tlima. Forma rozete smatra se tolerantnom prema primjeni herbicida te je zbog toga otporna na primjenu kemijskih mjera suzbijanja.

Ključne riječi: *Viola arvensis*, klijanje, biologija, ekologija

BIOLOGY AND ECOLOGY OF FIELD PANSY (*Viola arvensis* Murray)

SUMMARY

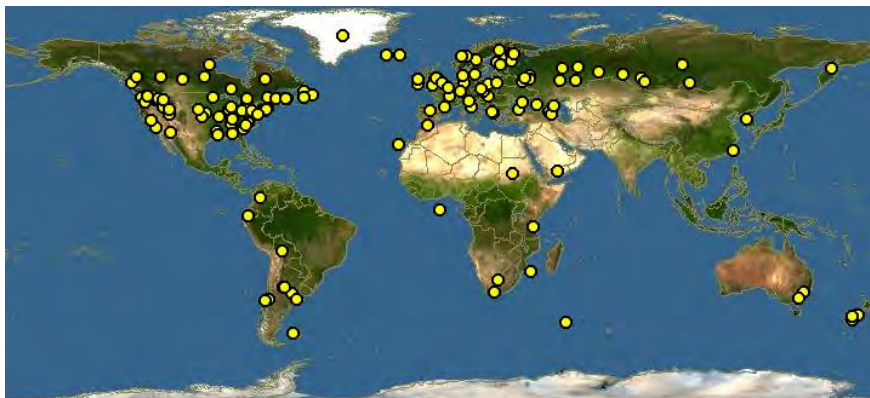
Field pansy (*Viola arvensis* Murr.) is an annual weed species. It originates from Eurasia, and due to its adaptability, it has easily spread to other continents. It is often confused with the species *V. tricolor*, from which it differs by the colour of the flowers and the shape of the upper leaves. It reproduces generatively. The most favourable germination conditions includes temperatures of 15 °C for 8 hours and temperatures of 5°C for 16 hours. *V. arvensis* prefers sandy soil reactions from light acidic to alkaline. It is tolerant of shading and drought. *V. arvensis* is a weed in dense crops, also the berry fruits (e. g. strawberries) and vegetables. It overwinters in the form of a rosette, and the plant's height can reach an average of 30 cm. Because of low habitus direct damage caused by the weed *V. arvensis* is not as significant as indirect damage after crop harvest. Namely, after crop harvest, plant tissue that is affected by the combine, can increase the moisture of grain of the crop. *V. arvensis* is a species that has adapted to human influence and is successfully developing on cultivated soils. The rosette shape is considered resistant to the application of chemical control measures.

Key words: *Viola arvensis*, germination, biology, ecology

UVOD

Poljska ljubica (*Viola arvensis* Murr.) jednogodišnja je kozmopolitska biljna vrsta koja pripada porodici ljubičica (Violaceae) te je jedna od petstotinjak vrsta svrstanih u rod *Viola* (Toiu i sur., 2010). Na području Hrvatske prisutno je 29 vrsta iz roda *Viola* (Nikolić T. ur., 2020). Na našem je području poznata po nazivima poljska ljubica, udovice od zbora i zbornice (Nikolić T. ur., 2020), a u stranoj literaturi upotrebljuju se nazivi Acker-Stiefmuetterchen; Feld-Stiefmuetterchen (njemački), viola dei campi (talijanski), akkerviooltje (nizozemski), aakerviol (švedski) i dr. Potječe s područja Euroazije, a posebice je zastupljena na području Mediterana. Iz Europe je prenesena u Sjevernu Ameriku zajedno sa slamom i kao jestiva biljna vrsta (Holm i sur., 1979; Doohan i sur., 1991; Doohan i Monaco, 1992; Schroeder i sur., 1993) te se tijekom godina uspješno proširila i u južnom dijelu Afrike, Australije, na području

središnje Azije i Rusije te Južne Amerike¹ (slika 1). Rasprostranjena je na gotovo svim područjima Hrvatske, a najčešće raste na Kvarneru, Dalmaciji, Zagorju i Podravini (Nikolić T. ur., 2020) (slika 2).



Slika 1. Karta rasprostranjenosti *Viola arvensis* (poljska ljubica) u svijetu (Izvor: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Viola+arvensis>)

Figure 1. World distribution map of *Viola arvensis* (field pansy) (Source: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Viola+arvensis>)



Slika 2. Rasprostranjenost poljske ljubice (*V. arvensis*) u RH (Izvor: Nikolić, T., 2020)

Figure 2. Distribution map of field pansy (*V. arvensis*) in Croatia (Source: Nikolić, T., 2020)

¹ <https://gd.eppo.int/taxon/VIOAR>

Vrste *V. tricolor* L. (maćuhica) i *V. arvensis* uporabljaju se u alternativnoj medicini već niz godina. Tako se čaj pripravljen od suhih biljaka upotrebljuje za ublažavanje simptoma upalnih procesa, suhoga kašlja, prehlade, artritisa i dr. U Danskoj, Velikoj Britaniji, Španjolskoj i Poljskoj vrsta *V. tricolor* prihvaćena je kao prehrambeni suplement, a od *V. arvensis* upotrebljuje se cvijet koji u suhom stanju mora sadržavati minimalno 1,5 % flavonoida (EMA, 2010).

MORFOLOGIJA POLJSKE LJUBICE (*V. arvensis* Murr.)

Poljska ljubica (*V. arvensis*) morfološki je slična vrsti *V. tricolor* (Doohan i Monaco, 1992) od koje se razlikuje u fazi cvatnje. Cvijet poljske ljubice pretežito je bijele boje, dok je cvijet maćuhice žute, ljubičaste i bijele boje, a listovi maćuhice položeni su na gornjem dijelu stabljike i srcolikog su oblika (slika 3).



Slika 3. *Viola arvensis* (poljska ljubica) (lijevo) i *Viola tricolor* (maćuhica) (desno) (Izvor: Nikolić, T., 2020)

Figure 3. *Viola arvensis* (field pansy) (left) and *Viola tricolor* (garden violet) (right) (Source: Nikolić, T., 2020)

Kotiledoni vrste *V. arvensis* ovalni su (slika 4). Potpuno razvijeni kotiledoni dugi su 3 – 5 mm, a široki 3 - 4 mm. Vrsta *V. arvensis* formira rozetu listova u razini tla i tako prezimljuje. Donji su listovi jednostavne građe s dužom peteljkom i ovalni s manjim urezima na rubovima te glatki sa sjajnom površinom (Damalas i sur., 2018). Dužina listova kreće se od 13,9 do 22,2 mm, a širina od 10,6 do 16 mm (Damalas i sur., 2014). Gornji su listovi jednostavne građe s kratkim peteljka te uski, lancetasti ili ovalni s grubim i pravilnim urezima (Doohan i Monaco, 1992). Dostižu duljinu od 25,8 do 42,2 mm, a širinu od 5,6 do 10,2 mm (Damalas i sur., 2014). Kako temperature rastu, tako stabljika raste, grana se te biljka poprima uspravni oblik rasta. Prosječna je visina biljke oko 30 cm (slika 5) (Damalas i sur., 2014). Cvjetovi se razvijaju iz pazušca listova te su pojedinačni. *V. arvensis* samooplodna je vrsta. Plodovi su tamno obojeni tobojci podijeljeni na tri dijela u kojima se nalazi sjeme smeđe

boje, veličine 1 - 1,7 mm (slika 6 i 7), a u jednom plodu razvija se od 32 do 75 sjemenaka (Doohan i Monaco, 1992; Damalas i sur., 2014). Masa 1000 sjemenaka je oko 0,50 g, a u jednom kilogramu nalazi se 2 000 000 sjemenaka (Hulina, 1998). Rasprostranjuje se diszoohorijom (slučajno životinjama), stomatozoohorijom potpomognutom elajosomima i suhim pucavcima (Nikolić T. ur., 2020).



Slika 4. Kotiledoni poljske ljubice (*Viola arvensis*) (Izvor: <https://www.agro.basf.hr>)

Figure 4. Seedlings of field pansy (*Viola arvensis*) (Source: <https://www.agro.basf.hr>)



Slika 5. Rana vegetativna faza *V. arvensis* (poljska ljubica) (Izvor: Damalas i sur., 2018)

Figure 5. Early vegetative stage of *V. arvensis* (field pansy) (Source: Damalas i sur., 2018)



Slika 6. Plod poljske ljubice (*V. arvensis*) (Izvor: <https://hirc.botanic.hr/>)

Figure 6. Fruit of field pansy (*V. arvensis*) (Source: <https://hirc.botanic.hr/>)



Slika 7. Sjeme poljske ljubice (*V. arvensis*) (Izvor: <https://hirc.botanic.hr/>)

Figure 7. Seeds of field pansy (*V. arvensis*) (Source: <https://hirc.botanic.hr/>)

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA POLJSKE LJUBICE (*Viola arvensis* Murr.)

Kao korovna vrsta *V. arvensis* pripada skupini širokolisnih jednogodišnjih korova, a zakorovljuje kulture gustog sklopa (Lojen, 2003) poput pšenice (*Triticum aestivum* L.), ječma (*Hordeum vulgare* L.) i uljane repice (*Brassica napus* L.) u kojima je prisutna zajedno s nekoliko korovnih vrsta poput jarmena (*Anthemis arvensis* L.), priljepače (*Galium aparine* L.), pirike (*Agropyron repens* L.) i dr. Zanimljiv je podatak da je u arheološkom nalazištu u Danskoj pronađeno vijabilno sjeme staro oko 463 godine (Odum, 1965). Kao i kod mnogih korovnih vrsta, sjeme *V. arvensis* dormantno je u nepovoljnim uvjetima za klijanje što omogućuje ovoj korovnoj vrsti da se pojavljuje periodično u usjevima (Baskin i Baskin, 1995). U tlu je sjeme perzistentno više od pet godina (Doohan i sur. 1991), a dormantno je od fiziološke zrelosti (svibanj/lipanj) sve do jeseni (Baskin i Baskin, 1995). U smanjenju banke sjemena vrstom *V. arvensis* pomažu ptice i kukci iz reda kornjaša koji se hrane sjemenom, međutim njihov utjecaj na smanjenje broja sjemena ovisi i o njihovoj gustoći u tlu (Marshall i sur. 2003; Deroulers i Bretagnolle, 2018; Carbonne i sur., 2020). *V. arvensis* tolerantna je na niske temperature, sjenu i sušu. Nesmetano se razvija na tlima reakcije od blago kisele do lužnate, a preferira lakša, pjeskovita tla, iako se može razvijati i na težim tlima kada su ostali korovi uspješno suzbijeni (Bachthaler i sur., 1986; Doohan i Monaco, 1992). Na području Europe klijanje se odvija tijekom jeseni, ali i u proljeće, a smatra se da obrada tla stimulira klijanje ove korovne vrste (Chancellor, 1964). Prema sezonskoj dinamici nicanja *V. arvensis* je ozima i jara vrsta (Doohan i Monaco, 1992). Ipak se češće javlja u ozimim usjevima gdje se, ovisno o vremenu nicanja, može ponašati kao jednogodišnja ozima ili jednogodišnja jara korovna vrsta. Dio populacije ove vrste koja ponikne na ljeto može preživjeti zimu i donijeti sjeme sljedeću vegetacijsku sezonu pa Degenhardt i sur. (2004) ove jedinke opisuju kao višegodišnje jedinke kratke vegetacije. Jedinke koje poniknu krajem ljeta ili početkom jeseni prezimljuju u formi rozete, cvjetaju u proljeće ili jesen, a odumiru dolaskom mrazova. Jedinke koje poniknu u proljeće ili ljeto cvatu tijekom ljeta ili rane jeseni. Dio populacije odumire od jesenskih mrazova, a dio (tzv. „višegodišnje jedinke kratke vegetacije“) prezimljuju, cvjetaju u proljeće sljedeće godine te odumiru tijekom ljeta ili jeseni. Degenhardt i sur. (2004) stoga smatraju da se *V. arvensis* odlikuje iznimnom adaptibilnošću kao svojevrsnim odgovorom prema okolišnim uvjetima te utjecaju agrotehničkih mjera. Dinamika klijanja rezultat je kompleksne interakcije endogeno uzrokovane dormantnosti i utjecaja različitih okolišnih čimbenika.

U laboratorijskim uvjetima najbolja klijavost (oko 40 %) sjemena *V. arvensis* odvija se pri maksimalnoj temperaturi od 15 °C u trajanju od 12 sati te minimalnoj temperaturi od 5 °C u trajanju od 12 sati (Lauer, 1953). Sjemenke koje nisu proklijale nisu sposobne proklijati niti nakon stratifikacije na 4 °C ili potapanjem u vodenu otopinu giberelinske kiseline (GA₃) (0,1 g L⁻¹) jer ulaze u

sekundarnu dormantnost. Prema novijim podacima optimalni uvjeti za klijanje više od 90 % sjemena *V. arvensis* jesu maksimalne temperature od 15 °C u trajanju od 8 sati te minimalne temperature od 5 °C u trajanju od 16 sati (Doohan i sur., 1991). Osim o temperaturama, klijanje je ovisno i o oborinama. Tako je u poljskom istraživanju u Finskoj (Ervio, 1981) ustanovljeno da se klijanje *V. arvensis* potiče ako su 14 dana prije klijanja temperature više od 0 °C, dok je klijanje potkraj lipnja ili početkom srpnja potaknuto oborinama i fluktuacijama u dnevnim temperaturama. Prekid klijavosti ustanovljen je tijekom kasnog ljeta kada su povećane temperature tla potaknule dormantnost sjemena *V. arvensis*. U istraživanju Doohan i sur. (1991) bolja klijavost sjemena ustanovljena je na tlima koja su obrađivana i to tijekom jeseni te kasnog proljeća i početkom ljeta, dok tijekom kasnoga ljeta nije došlo do klijanja *V. arvensis*. Također je potvrđeno da niže srednje dnevne temperature (15 °C) potiču klijavost sjemena, dok povećanje temperature (25 °C) smanjuje ukupnu klijavost. Sukladno tome, produženo razdoblje visokih temperatura tla prekida sekundarnu dormantnost te klijanje započinje početkom jeseni kada se smanjuju temperature tla.

Obrada tla utječe na klijanje ove korovne vrste (Froud-Williams i sur., 1984a) zbog aeracije tla jer sjeme *V. arvensis* ne uspijeva proklijati u uvjetima smanjene koncentracije kisika (Lonchamp i Gora, 1979). U šestogodišnjem istraživanju Roberts i Feast (1973) ustanovili su da je sjeme *V. arvensis* na obrađenom tlu ostvarilo prosječnu klijavost od 55 %, a tek 20 % na neobrađenom tlu. Suprotno navode Gawęda i sur. (2018) gdje je dva puta veća klijavost primijećena u usjevima u kojima nije obavljena konvencionalna obrada tla. U istraživanju o utjecaju dubine sjetve te uvjetima skladištenja i osvjetljenja sjemenaka crvenim (660 nm) i dalekim crvenim (730 nm) svjetlom (Froud-Williams i sur., 1984b) ustanovljeno je da klijanje ne ovisi o dubini sjetve. U uvjetima kada je sjeme u tlu izloženo crvenom svjetlu zabilježena je najveća klijavost od 34 %, odnosno klijanje je potaknuto izlaganjem sjemena svjetlu nakon razdoblja tame. Sjeme koje je svježije sakupljeno ostvarilo je klijavost od 26,3 %, a sjeme skladišteno na sobnoj temperaturi ostvarilo je klijavost od 21,6 %. Kako je *V. arvensis* ozima vrsta, može se zaključiti da se osjetljivost na svjetlost (povećana klijavost pod utjecajem crvenog svjetla) pojavljuje kada je i prirodno vrijeme nicanja ove korovne vrste te da je dormantnost pod značajnim utjecajem temperature. Međutim oprečne podatke prikazuje Doohan i sur. (1991) gdje je klijavost ove vrste inhibirana crvenim zračenjem. Klijanje *V. arvensis* ovisi i o kulturi pa čak i o kultivaru koji se sije. Primjerice sjetvom sorata šećerne repe koje su tolerantne na herbicide zabilježena je manja nadzemna masa *V. arvensis* (0,30 g m⁻²) u odnosu na sjetvu konvencionalnih sorata (0,94 g m⁻²).

Budući da se uspješnije klijanje ove vrste odvija upravo na obrađivanim površinama, zaključeno je da se i *V. arvensis* prilagodila utjecaju čovjeka, a posebice obradi tla, mjerama suzbijanja i žetvi usjeva (Chancellor, 1964).

Istraživanja o biologiji, fenologiji i antropogenom utjecaju ovisno o okolišnim čimbenicima slabo su zastupljena u literaturi jer se *V. arvensis* smatra manje važnom korovnom vrstom u agroekosustavu (Degenhardt i sur., 2004). Ipak, Damalas i sur. (2018) u Grčkoj su proveli trogodišnje (2011. - 2013.) poljsko istraživanje kako bi ustanovili vrijeme odvijanja pojedine fenofaze ove korovne vrste. Kako se klimatski uvjeti podudaraju s našom mediteranskom klimom, navedeni se podatci mogu primijeniti i za obalno područje Hrvatske. U istraživanju su ustanovili da *V. arvensis* završava vegetaciju tijekom 11 do 14 tjedana. Klijavost veća od 50 % ustanovljena je tijekom triju godina istraživanja kada su temperature dostizale maksimalno 20 °C, a minimalno 5 °C. U istraživanju je ustanovljen i zbroj toplinskih jedinica (STJ) potrebnih za odvijanje pojedine fenološke faze *V. arvensis*: 437 do 448 STJ za cvjetanje, 90 do 108 STJ za formiranje sjemena, a cijeli razvojni ciklus završio je nakon 78 do 100 dana kada je zbroj bio od 1093 do 1109 STJ. Cvjetanje je započelo 36 do 53 dana nakon klijanja, a formiranje sjemena sedam dana nakon cvatnje. Također je primijećeno da je vegetacija završila ranije ako su oborine bile prisutne tijekom faze stvaranja sjemena. U sušnim poljskim uvjetima (Bitarafan i Andreassen, 2020) *V. arvensis* producira značajno manji broj sjemena po biljci, ali je osipanje sjemena značajno veće. Tijekom žetve jarina moguće je osipanje sjemena do 80 % pri 2887 STJ, a tek 20 % pri 1706 STJ. U vlažnijim godinama osipano je tek 33,6 % u optimalnom roku žetve, a 80 % u kasnijem roku žetve pri 1515 GDD. Osipanje sjemena zabilježeno je mjesec dana prije u sušnijoj (od 2. do 9. srpnja) nego u vlažnijoj godini (od 2. do 9. kolovoza).

U istraživanju (Lutman i sur. 2011) na području Ujedinjenog Kraljevstva o utjecaju gustoće sklopa pšenice na kompetitivnost *V. arvensis* ustanovljeno je da biomasa *V. arvensis* opada ako se nalazi u kompeticiji s usjevima, a smanjenjem biomase smanjuje se i broj sjemena po biljci. Najveća suha masa biljaka bila je oko 29,3 g m⁻² kada nije bila u kompeticiji, dok je u kompeticiji s manjom gustoćom usjeva masa značajno pala na 2,6 g. Kod povećane gustoće sklopa pšenice (208 biljaka m⁻²) masa je bila manja od 1 g. Sličan je trend bio i kod produkcije sjemena. Bez kompeticije iznosio je 3714 sjemenaka po biljci, a porastom gustoće sklopa usjeva kretao se od 465 do 97 sjemenaka po biljci. Međutim autori smatraju da bi, uzimajući u obzir najveću gustoću biljaka, *V. arvensis* koja se nalazi u usjevu pšenice koja je u optimalnom sklopu (oko 200 biljaka m⁻²), produkcija sjemena po m² bila oko 7400 sjemenaka.

Boström i sur. (2003) također su ustanovili da je *V. arvensis* kompetitivnija u ozimim nego u jarim usjevima gdje gustoća od 35 biljaka m⁻² ne utječe na razvoj jare pšenice i ječma. Ustanovljeno je (Wilson, 1989; Wilson i sur., 1995) da tek gustoća od 110 biljaka m⁻² može umanjiti prinos ozime pšenice za 2 % (slika 8).

Može se zaključiti da izravne štete uzrokovane ovom vrstom nisu značajne u agronomskom smislu ako se nalaze s još nekim korovnim vrstama, a što se može pripisati niskom habitusu i plitkom grananju korijena (Gerowitt i

Bodendorfer, 1998; Degenhardt i sur., 2004). Kod *V. arvensis* važnije su neizravne štete (Bachthaler i sur., 1986) jer problem nastaje pri žetvi usjeva kad je prisutno oko pet sjemenaka po jednoj biljci *V. arvensis* u žetvi, a osim sjemena kombajnom zahvaćeno biljno tkivo *V. arvensis* može utjecati na povećanje vlage sjemena žitarica.



Slika 8. Korovna vrsta *V. arvensis* (poljska ljubica) u usjevu pšenice (Izvor: Damalas i sur., 2014)

Figure 8. *V. arvensis* weed in wheat crop (Source: Damalas i sur., 2014)

Povećana frekvencija i gustoća pojave *V. arvensis* pripisuju se tolerantnosti na herbicide, ali i uzgoju u monokulturi zbog čega je na području Kanade i SAD-a najčešće prisutna na poljoprivrednim površinama na kojima su uzgajane samo žitarice (Doohan i Monaco, 1992). Budući da prezimljuje u obliku rozete, a upravo taj oblik ima najveću tolerantnost prema primjeni herbicida, širenje ove vrste često se pripisuje lošijem djelovanju herbicida. Naime Bowmer i sur. (1993) navode da je najpovoljnije suzbijanje korovnih vrsta koje prezimljuju u obliku rozete upravo ujesen kada su listovi tek u razvoju jer je tada proces fotosinteze najintenzivniji te dolazi do najveće asimilacije hranjiva i herbicida u skladišne organe, dok se starenjem listova u rozeti asimilacija herbicida znatno smanjuje. Tijekom višegodišnjeg istraživanja o opstanku populacija korova u jaram ječmu (Krawczyk i sur., 2015) ustanovljeno je da stabilno opstaju dvije korovne vrste, a to su bijela loboda (*Chenopodium album* L.) i poljska ljubica s prosječnom gustoćom od 43,8 i 20,7 biljaka m^{-2} . Usporedbe radi, gustoća drugih korova bila je: 4 biljke m^{-2} koštana (*Echinochloa crus-galli* L.), 1,4 biljke m^{-2} šćira (*Amaranthus retroflexus* L.) i 5,5 biljaka m^{-2} priljepače (*Galium aparine* L.). Opstanak populacija pripisuje se uspješnom suzbijanju ostalih korovnih vrsta herbicidima zbog čega je poljska ljubica gotovo konstantna tijekom godina. Ova vrsta niče i razvija se neovisno o uvjetima vlage i temperature tla

što je rezultat adaptacije na sušne uvjete, ali i povećane količine oborina te oscilacije temperatura.

Važan je korov u uzgoju jagoda na području Kanade gdje je unesena zajedno s malčem žitarica u kojemu se nalazilo sjeme *V. arvensis* (Doohan i sur., 1991).

Poljska je ljubica nitrofilna biljna vrsta. U istraživanju o usvajanju rastućih koncentracija dušika i fosfora sjetvom s ječmom ili bez njega (Andersen i sur., 2006) ustanovljeno je da je suha masa odraslih biljaka bila prosječno 1,65 g kada se u uzgojnoj posudi nalazila bez ječma, dok je u sjetvi s ječmom iznosila 0,13 g po posudi. Sadržaj dušika iznosio je 0,90 g kad je uzgajana bez ječma, a tek 0,14 g u prisutnosti ječma. Količina fosfora bila je 1,65 g po posudi kod uzgoja *V. arvensis* bez ječma, a 0,13 g s ječmom. Dobivene rezultate autori objašnjavaju ranijim ponikom ječma te različitom fenološkom fazom pri berbi. Ovi rezultati pokazuju da je *V. arvensis* vrsta koja ne dovodi u pitanje uspješan rast i razvoj ječma ako je nicanje ječma ranije od nicanja ove korovne vrste čime potvrđuju da izravne štete *V. arvensis* nisu značajne. *V. arvensis* najuspješnije se razvija na tlima koja su osrednje bogata dušikom i humusom te u blago kiselim uvjetima tla (Nikolić T. ur., 2020). Ukupna klijavost sjemena *V. arvensis* ovisi i o predusjevima (Gawęda i sur., 2018) te je primijećeno da je prisutnija u usjevu ozime pšenice kada je predusjev uljana repica nego kad je predusjev soja. U oba usjeva veći broj biljaka ustanovljen je kada nije obavljena konvencionalna obrada tla. Ustanovljeno je i da se najveći broj biljaka razvija od 32 do 128 metara od ruba parcele (22 do 26 biljaka m⁻²) u jarinama (Wilson i Aebischer, 1995). Usporedbe radi, vrsta mišjakinja (*Stellaria media* L.) najveći broj klijanaca po metru kvadratnome razvija na samom rubu parcele i to 8 - 9 klijanaca, također i mak (*Papaver rhoeas*) na udaljenosti od 0 do 2 m (12 - 15 klijanaca). U usjevu ozimina broj klijanaca bio je veći kako se povećavala udaljenost od ruba parcele te je gustoća bila mnogo veća u odnosu na jarine, a na udaljenosti od 32 do 128 m od ruba parcele gustoća je bila od 121 do 163 klijanca m⁻² te je *V. arvensis* bila jedina od 23 korovne vrste čija je gustoća rasla udaljavanjem od rubnoga dijela parcele.

Osim žitarica *V. arvensis* zakorovljuje i usjeve uljane repice. Prema istraživanju Hanzlika i Gerowitta (2012) u Njemačkoj je u 98 % usjeva uljane repice, koji nisu tretirani herbicidima, *V. arvensis* bila jedna od najzastupljenijih širokolisnih korovnih vrsta. Pojavnost ove vrsta zabilježena je na 73 % usjeva, dok je pojavnost drugih korovnih vrsta poput pastirske torbice (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) bila 72 %, mišjakinje (*Stellaria media* (L.) Vill.) 66% i poljske čestike (*Thlaspi arvense* L.) 63 %. Najveća gustoća bila je 36,7 biljaka m⁻². Isto je ustanovljeno i na području Finske (Paatela i Ervio, 1971; Salonen i sur., 2011) gdje je najveća gustoća (50 biljaka m⁻²) ustanovljena u jarim usjevima, iako je pregledom banke sjemena ustanovljeno da sjeme *V. arvensis* čini 1 - 13 % od ukupnog broja sjemena korova. U 16-godišnjem istraživanju (1985. – 2000.) o prisutnosti korovnih vrsta u strnim žitaricama u Hrvatskoj (Lojen, 2003) *V. arvensis* je prema gustoći biljaka i učestalosti bila jedna od trinaest

dominantnih korovnih vrsta na 40 od 232 lokacije s prosječno 18,7 biljaka m⁻². Usporedbe radi, u istom istraživanju najučestalija širokolisna korovna vrsta bila je pjegasti dvornik (*Polygonum persicaria* L.) s 30,5 biljaka m⁻², dok je poljska potočnica (*Myosotis arvensis* (L.) Hill.) bila najmanje zastupljena s 10,1 biljkom m⁻². Ovome se pripisuje utjecaj rezidua herbicida u tlu koji se primjenjuju u najčešće uzgajanim usjevima (Heard i sur., 2003).

Osim navedenoga ustanovljen je i alelopatski utjecaj *V. arvensis*, odnosno inhibitori učinak na klijanje te rast i razvoj drugih biljaka izlučivanjem bioaktivnih tvari iz pojedinih dijelova biljke (Pranjaković, 2018). Tako je utjecaj vodenih ekstrakata stabljike i lista *V. arvensis* na klijavost i duljinu radikule, klijanaca i svježih masa ustanovljen na salati (*Lactuca sativa* L.). Vodeni ekstrakti stabljike inhibirali su klijavost, duljinu izdanka te svježih masa salate, dok je primjena ekstrakta lista *V. arvensis* značajno inhibirala razvoj korijena salate. Sjemenom *V. arvensis* uspješno se prenosi virus šuštavosti duhana (tobacco rattle virus, TRV), (Edwardson i Christie, 1997). Osim virusa, poljska ljubica (*V. arvensis*) domaćin je i patogenim gljivama koje pripadaju rodu *Fusarium* (fuzarioze), a neke od njih poput *F. graminearum* mogu učiniti značajne izravne i neizravne štete u usjevima žitarica (Suproniene i sur., 2019).

ZAKLJUČAK

Poljska ljubica (*Viola arvensis* Murr.) jednogodišnja je kozmopolitska biljna vrsta. Zakorovljuje usjeve gustog sklopa poput žitarica i uljane repice. Nitrofilna je biljna vrsta, ali slab kompetitor u usjevima zbog čega izravne štete uzrokovane ovom korovnom vrstom nisu značajne. Važnije su neizravne štete uzrokovane *V. arvensis* nakon žetve ozimih žitarica jer tada masa zahvaćena kombajnom povećava vlagu zrna usjeva. Gustoća biljaka po metru kvadratnome raste s udaljavanjem od rubnih dijelova parcele. Izrazito se prilagodila utjecaju čovjeka, konkretno na vrijeme obrade tla i žetve usjeva. Povoljan utjecaj na klijanje imaju oborine ili navodnjavanje i temperature od 15/5 °C. Postojanost populacija na značajnom udjelu površina pod žitaricama i uljanom repicom pripisuje se uspješnom suzbijanju ostalih korovnih vrsta u usjevima. Sjeme je dormantno, a u literaturi se navodi da može ostati i više od 400 godina vijabilno u tlu. Sjeme *V. arvensis* čini 1 – 13 % banke sjemene na području Finske gdje gotovo nema usjeva žitarica u kojima nije jedna od najučestalijih širokolisnih korovnih vrsta. Također je i na području Hrvatske jedna od najdominantnijih širokolisnih korovnih vrsta u strnim žitaricama. Važna je i s gledišta alelopatskog djelovanja te kao domaćin virusa šuštavosti duhana, ali i patogenim gljivama koje su uzročnici fuzarioza (*Fusarium* spp.), a koje uzrokuju znatne izravne i neizravne štete usjevima žitarica.

LITERATURA

ANDERSEN, C., LITZ, A-S., STREIBIG, J.C. (2006). Growth response of six weed species and spring barley (*Hordeum vulgare*) to increasing levels of nitrogen and phosphorus. *Weed Res.* Vol. 46: 503-512.

BACHTHALER, V. G., NEUNER, F., KEES, H. (1986). Development of the field pansy (*Viola arvensis* Murr.) in dependence of soil conditions and agricultural management. *Nachrichtenbl. Pflanzenschutz DDR.* Vol. 38: 33-41.

BASKIN, J. M., BASKIN, C.C. (1995). Variation in the annual dormancy cycle in buried seeds of the weedy winter annual *Viola arvensis*. *Weed Res.* Vol. 35: 353-362.

BOWMER, K. H., EBERBACH, P. L. (1993). Uptake and translocation of ¹⁴C-glyphosate in *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. (alligator weed) II. Effect of plant size and photoperiod. *Weed Res.* Vol. 33: 59-67.

BITARAFAN, Z., ANDREASEN, C. (2020). Seed retention of ten common weed species at oat harvest reveals the potential for harvest weed seed control. *Weed Res.* Vol. 00: 1-10.

BOSTRÖM, U., MILBERG, P., FOGELFORS, H. (2003). Yield loss in spring-sown cereals related to the weed flora in the spring. *Weed Sci.* Vol. 51: 418-424.

CARBONNE, B., BOHAN, D. A., PETIT, S. (2020). Key carabid species drive spring weed seed predation of *Viola arvensis*. *Biological Control.* Vol. 141: 1-11.

CHANCELLOR, R. J. (1964). Emergence of weed seedlings in the field and the effects of different frequencies of cultivation. *Proc. 7th Brit. Weed Contr. Conf.* pp: 599-606.

DAMALAS, C. A., KOUTROUBAS, S., FOTIADIS, S. (2014). Occurrence of European field pansy (*Viola arvensis*) in Orestiada, Greece. *Hellenic Plant Protection Journal.* Vol. 7: 25-29.

DAMALAS, C. A., KOUTROUBAS, S.D., FOTIADIS, S. (2018). Phenological development of natural population of European field pansy (*Viola arvensis*) in a semi-arid Mediterranean environment. *Plant Species Biology.* [online] 1-9. doi: 10.1111/1442-1984.12209. pristupljeno: 14. Studeni 2020.

DEGENHARDT, R. F., SPANER, D., NEIL HARKER, K., RAATZ, L. L., HALL, L. M. (2004). Plasticity, life cycle and interference potential of field violet (*Viola arvensis* Murr.) in direct-seeded wheat and canola in Central Alberta. *Canadian Journal of Plant Science.* 271-284. <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/P04-104>. (pristupljeno: 18. studeni 2020.)

DEROULERS, P., BRETAGNOLLE, V. (2018). The consumption pattern of 28 species of carabid beetles (Carabidae) to a weed seed, *Viola arvensis*. *Bulletin of Entomological Research.* 1-7. doi:10.1017/S0007485318000457. (pristupljeno: 14. studeni 2020.)

DOOHAN, D. J., MONACO, T. J. (1992). The biology of Canadian weeds. 99. *Viola arvensis* Murr. *Can. J. Plant Sci.* Vol. 72: 187-201.

DOOHAN, D. J., MONACO, T. J., SHEETS, T. J. (1991). Factors influencing germination of field violet (*Viola arvensis*). *Weed Sci.* Vol. 39: 601-606.

EDWARDSON, J. R., CHRISTIE, R.G. (1997). *Virus infecting Peppers and others Solanaceous Crops.* University of Florida.

EMA, 2010 - https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/final-assessment-report-viola-tricolor-l/subspecies-viola-arvensis-murray-gaud-viola-vulgaris-koch-oborny-herba-cum-flore_en.pdf

ERVIO, L. R. (1981). The emergence of weeds in the field. *Ann. Agric. Penniae*. Vol. 20: 292-303.

FROUD-WILLIAMS, R. J., CHANCELLOR, R. J., DRENNAN, D. S. H. (1984a). The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 21: 629-641.

FROUD-WILLIAMS, R. J., DRENNAN, D. S. H., CHANCELLOR, R. J. (1984b). The influence of burial and dry-storage upon cyclic changes in dormancy, germination and response to light in seeds of various arable weeds. *New Phytologist*. Vol. 96 (3): 473-481.

GAWĘDA, D., WOŹNIAK, A., HARASIM, E. (2018). Weed infestation of winter wheat depend on the forecrop and the tillage system. *Acta Agrobotanica*. Vol. 71 (3), 1-9. DOI: 10.5586/aa.1744. (pristupljeno: 18. studeni 2020.)

GEROWITT, B., BODENDORFER, H. (1998). Long-term population development of *Viola arvensis* Murr. in a crop rotation. I. Field experiments. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz*. Vol. 105: 641-654.

HANZLIK, K., GEROWITT, B. (2012). Occurrence and distribution of important weed species in German winter oilseed rape fields. *Journal of Plant diseases and Protection*. Vol. 119 (3): 107-120.

HEARD, M. S., HAWES, C., CHAMPION, G. T., CLARK, S. J., FIRBANK, L. G., HAUGHTON, A. J., PARISH, A. M., PERRY, J. N., ROTHERY, P., ROY, D. B., SCOTT, R. J., SKELLERN, M. P., SQUIRE, G. R., HILL, M. O. (2003). Weeds in field contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. II. Effect on individual species. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*. Vol. 358 (1439): 1833-1846.

HOLM, L., PANCHO, J.V., HERBERGER, J. P., PLUCKNETT, D. L. (1979). *A Geographical Atlas of World Weeds*. J. Wiley. New York.

HULINA, N. (1998). *Korovi. Školska knjiga*. Zagreb.

KRAWCZYK, R., KIERZEK, R., ADAMCZEWSKI, K. (2015). Changes in weed infestation of spring barley depending on variable pluvio-thermal conditions. *Acta Agrobotanica*. Vol. 68 (3): 233-240.

LAUER, E. (1953). Über die Keimtemperatur bei Ackerunkrautem und deren Einfluss auf die Zusammensetzung von Unkrautgesellschaften. *Flora*. Vol. 140: 551-595.

LOJEN, N. (2003). *Brojnost i učestalost korovne flore u strnim žitaricama u razdoblju 1985. – 2000. godine*. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski Fakultet. Zagreb. Diplomski rad.

LONCHAMP, J. P., GORA, M. (1979). Influence d'anoxies partielles sur la germination de semences de mauvaises herbes. *Oecologia Plantarum*. Vol. 14: 121-128.

LUTMAN, P. J. W., WRIGHT, K. J., BERRY, K., FREEMAN, S. E., TATNELL, L. (2011). Estimation of seed production by *Myosotis arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Veronica persica* and *Viola arvensis* under different competitive conditions. *Weed Research*. Vol. 51: 499-507.

MARSHALL, E. J. P., BROWN, V. K., BOATMAN, N. D., LUTMAN, P. J. W., SQUIRE, G. R., WARD, L. K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*. Vol. 43: 77-89.

NIKOLIĆ T. UR. (2020): *Flora Croatica baza podataka* (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (datum pristupa: 25. 11. 2020)

ODUM, E. P. (1965). Germination of ancient seeds: floristical observations and experiments with archaeologically dated soil samples. *Dan. Bot. Ark.* Vol. 24: 2.

PAATELA, J., ERVIO, L. R. (1971). Weed seeds in cultivated soils in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* Vol. 10: 144-152.

PRANJKOVIĆ, E. L. (2018). Alelopatski potencijal poljske ljubice (*Viola arvensis* Murray) na salatu. Završni rad. Sveučilište u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek.

ROBERTS, H. A., FEAST, P. M. (1973). Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. *J. of Appl. Biology.* Vol. 10: 133-143.

SALONEN, J., HYVONEN, T., JALLI, H. (2011). Composition of weed flora in spring cereals in Finland-a fourth survey. *Agricultural and Food Science.* Vol. 20: 245-261.

SCHROEDER, D., MUELLER-SCHAERER, H., STINSON, C. S. A. (1993). A European weed survey in 10 major crop systems to identify targets for biological control. *Weed Research.* Vol. 33: 449-458.

SUPRONIENE, S., KADZIENE, G., IRZYKOWSKI, W., SNEIDERIS, D., IVANAUSKAS, A., SAKALAIUSKAS, S., SERBIAK, P., SVEGZDA, P., KELPSIENE, J., PRANAITYENE, S., JEDRYCZKA, M. (2019). Asymptomatic weeds are frequently colonised by pathogenic species of *Fusarium* in cereal-based crops rotation. *Weed Research.* Vol. 59: 312-323.

TOIU, A., ONIGA, I., TAMAS, M. (2010). Morphological and anatomical researches on *Viola arvensis* Murray (Violaceae). *Farmacia.* Vol. 58 (5): 654 – 659.

WILSON, B. J. (1989). Predicting cereal yield loss from weeds. Long Ashton Research Station Technical Leaflet 89/4. IACR-Long Ashton Research Station. Bristol, UK.

WILSON, B. J., WRIGHT, K. J., BRAIN, P., CLEMENTS, M., STEPHENS, E. (1995). Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. *Weed Research.* Vol. 35: 265-278.

WILSON, P. J., AEBISCHER, N. N. (1995). The distribution of dicotyledonous arable weeds in relation to distance from the field edge. *Journal of Applied Ecology.* Vol. 32: 295-310.