

Cvetni pojasevi – novi elementi poljoprivrednih predela

Vladan Ugrenović^{1,4}, Vladimir Filipović², Milan Plećaš³

¹Institut za zemljište, Beograd, Srbija

²Univerzitet u Beogradu - Institut za multidisciplinarna istraživanja, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Beograd, Srbija

³Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd, Srbija

⁴Savez za regenerativnu poljoprivredu Srbije, Novi Sad, Srbija

*Autor za korespondenciju: vladan.ugrenovic@gmail.com

Izvod

Savremeni poljoprivredni predeli predstavljaju složene i multifunkcionalne sisteme koji, pored proizvodnje hrane i energije, treba da obezbede i očuvanje različitih drugih ekosistemskih usluga. Iako je u industrijskoj poljoprivredi, primenom intenzivnih agronomskih tehnologija na velikim površinama, značajno povećana produktivnost, ona je istovremeno postala jedan od glavnih uzroka degradacije životne sredine. Gubitak i fragmentacija prirodnih staništa, prekomerna upotreba pesticida i sintetičkih đubriva, kao i širenje invazivnih vrsta dovelo je do značajnog smanjenja biodiverziteta. Posebno zabrinjava dramatičan pad brojnosti i raznovrsnosti divljih oprašivača, uključujući divlje pčele, osolike muve, moljce i leptire, pri čemu brojnim vrstama preči izumiranje. Uvođenje cvetnih pojaseva u poljoprivredne predele može doprineti stvaranju novih staništa i podstaći povećanje broja i raznolikosti divljih oprašivača na lokalnom nivou, ali i na nivou čitavog predela. Pokazalo se da ova praksa pogoduje i drugim korisnim organizmima: insektima predatorima i parazitoidima štetočina, pticama i biljkama, tako da se povećava i broj jedinki i broj vrsta. Navedena tehnologija može poboljšati ukupni biodiverzitet i funkcije ekosistema, uključujući: oprašivanje useva, smanjenje populacije štetnih organizama i invazivnih korova, ali i unapređenje plodnosti zemljišta i zaštitu voda. U tom smislu cvetni pojasevi se mogu koristiti kao multifunkcionalno agronomsko sredstvo za povećanje funkcionalnog biodiverziteta, kao i zaštite kvaliteta i funkcija zemljišta u poljoprivrednim predelima. Cilj rada je analiza uloge cvetnih pojaseva u unapređenju funkcionalnog biodiverziteta, kao i mogućnosti njihove primene u Srbiji.

Ključne reči: ekosistemske usluge, korisni insekti, oprašivanje, biološka kontrola, zaštita zemljišta, zaštita voda

Uvod

Introduction

Savremeni poljoprivredni predeli u globalizovanom svetu su veoma složeni multifunkcionalni sistemi. Osim što služe za proizvodnju hrane i energije, oni bi trebalo da pružaju i druge raznovrsne ekosistemske usluge. Sa druge strane, industrijska poljoprivreda rezultirala je povećanjem produktivnosti na velikim površinama, ali je zbog svoje velike intenzivnosti odgovorna za brojne probleme u životnoj sredini (Pywell et al., 2015; Buhk et al., 2018, Filipović i sar., 2023). Gubitak i fragmentacija prirodnih staništa, prekomerna

primena pesticida i sintetičkih đubriva, kao i širenje invazivnih vrsta, doveli su do značajnog gubitka biodiverziteta (Buhk et al., 2018; Beckmann et al., 2019; Baden-Bohma et al., 2022; Saljnikov i Ugrenović 2023). Tako je poslednjih godina zabeležen dramatičan pad brojnosti i raznovrsnosti svih vrsta divljih insekata oprašivača, uključujući: divlje pčele (Anthophila), leptire i moljce (Lepidoptera), osolike muve (Syrphidae), a brojnim vrstama oprašivača preti izumiranje (European Commission 2018). Ovaj trend izaziva ozbiljnu zabrinutost, jer su oprašivači ključna komponenta zdravih ekosistema. Bez njih bi se brojnost mnogih divljih vrsta, koje od njih zavise, smanjila, a u perspektivi bi mogle i da nestanu. To bi imalo nesagledive negativne posledice po ekologiju, društvo i ekonomiju, jer oko jedne trećine svetske proizvodnje hrane zavisi od oprašivanja insektima (Stanisavljević et al., 2018; Kremen and Chaplin-Kramer, 2007). Savremena poljoprivreda i dalje se u velikoj meri oslanja na hemijske metode za povećanje prinosa, često uključujući hemikalije opasne po životnu sredinu koje menjaju osobine zemljišta i voda, a neretko su toksične za organizme koji nisu ciljani (Kowalska et al., 2022). Sa druge strane, poljoprivreda može imati i pozitivne efekte na neke korisne insekte (oprašivači, predatori i parazitoide štetočina) obezbeđujući im staništa, hranu i time doprinositi važnim ekosistemskim uslugama oprašivanja i biološkoj kontroli štetnih organizama (Künast et al, 2013). Zbog toga primena najboljih upravljačkih praksi u poljoprivredi i uvođenje dodatnih mera, poput cvetnih pojaseva mogu doprineti stabilnijim prinosima useva, a istovremeno i poboljšati uslove za korisne insekte (Ugrenović 2025). Takođe cvetni pojasevi mogu biti važna komponenta u kontroli štetnih organizama i time doprineti smanjenju pritiska na poljoprivredne predele (Fiedler et al., 2008). Pored svoje primarne uloge u formiranju staništa za korisne organizme cvetni pojasevi svojom vegetacijom mogu zaštititi zemljište od erozije, podržati procese vezivanja organskog ugljenika u zemljištu (Harbo et al, 2023), kao i zaštititi kvalitet površinskih i podzemnih voda (Cresswell, 2018). U tom smislu cvetni pojasevi se mogu koristiti kao multifunkcionalno agronomsko sredstvo za povećanje funkcionalnog biodiverziteta, kao i zaštite kvaliteta i funkcija zemljišta u poljoprivrednim predelima.

Polazeći od postojećih naučnih saznanja o cvetnim pojasevima, kao i na osnovu sopstvenih rezultata istraživanja cilj ovog rada je da opiše odnos između poljoprivrede i korisnih insekata, definiše pojam cvetnih pojaseva, ukaže na njihov značaj i ulogu, na zahteve kod odabira biljnih vrsta za cvetne mešavine, kao i na postupke prilikom zasnivanja i održavanja cvetnih pojaseva u uslovima Srbije.

Pojam, uloga i značaj cvetnih pojaseva

The concept, role and importance of flower strips

Cvetni pojasevi (cvetne margine, cvetne mešavine, polinatorske trake, vegetacioni pojasevi) predstavljaju element zelene infrastrukture u poljoprivrednim predelima, čije uvođenje prvenstveno ima za cilj povećanje

brojnosti i raznovrsnosti korisnih insekata (oprašivača, predatora i parazitoida štetočina) i drugih korisnih grupa životinja, poput ptica (Ugrenović, 2025). Sa primenom tehnologije cvetnih pojaseva za povećavanje biodiverziteta u poljoprivrednim predelima intenzivno se otpočelo početkom 2000-ih, kada ih je većina država Evropske unije uvela kao svoje nacionalne i regionalne agroekološke mere (Uyttenbroeck et al., 2016; Gotlin Čuljak et al., 2016). Za uspostavljanje cvetnih pojaseva na svojim poljima zemljoradnici u okviru ovih mera ostvaruju ekonomske podsticaje. To je dovelo do ubrzanog razvoja tehnologije i masovnije proizvodnje semenskih smeša za zasnivanje cvetnih pojaseva za različite namene: za pčele i bumbare, za leptire, za pčele i ptice, jednogodišnje, višegodišnje, kao i smeše sa dominantnim učešćem različitih familija biljaka (npr. Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae). Primena ove tehnologije u Srbiji otpočela je u prvoj deceniji ovog veka sa razvojem organske proizvodnje i povezana je sa praksom zasnivanja zaštitnih izolacionih pojaseva. Njihova osnovna namena je da razdvoje organsku proizvodnju od konvencionalne, ali istovremeno i da kao cvetni pojasevi privlače korisne insekte i ptice (Ugrenović i sar., 2012). Tako je u praksi zaživeo zaštitni pojas zasnovan moračem (*Foeniculum vulgare* P. Mill.), za koji se pokazalo da obezbeđuje efikasnu izolaciju (Slika 1), ali privlači i korisne insekte i ima ekonomičnost primene (Ugrenović i sar., 2012). Sa razvojem održivih sistema poljoprivredne proizvodnje ova tehnologija postala je sastavni deo sistema regenerativne poljoprivrede (Farkaš, 2025).



Slika 1. Izolacioni cvetni pojas zasnovan moračem (Foto: Filipović, 2010).

Figure 1. Isolation flower strip based on fennel (Photo: Filipović, 2010).

Sposobnost poljoprivrednih predela da obezbede dovoljno resursa za vrste korisnih insekata (oprašivača, predatora i parazitoida štetočina) direktno utiče na otpornost i veličinu populacija ovih grupa (Baden-Bohma et al., 2022). To se pre svega odnosi na dostupnost različitih staništa koja im služe za pronalaženje hrane i za razmnožavanje. Gubitak takvih staništa jedan je od najčešćih uzroka smanjenja brojnosti korisnih insekata (Winfree et al., 2009), a izgradnja zelene infrastrukture u poljoprivrednim predelima od ključnog je značaja za rešavanje ovog problema (European Commission 2018). Uvođenje cvetnih pojaseva na malim površinama u poljoprivredne predele može doprineti stvaranju novih staništa i podstaći povećanje brojnosti populacija i raznovrsnosti divljih oprašivača na lokalnom nivou, ali i na nivou čitavog predela (Jönsson et al., 2015). Pokazalo se da ova praksa pogoduje i drugim korisnim organizmima: pticama i biljkama, tako da se povećava brojnost pojedinačnih vrsta, ali i ukupan diverzitet vrsta. Pored toga, navedena tehnologija može poboljšati ukupni biodiverzitet i podržati mnoge funkcije ekosistema, uključujući: oprašivanje useva, kontrolu populacija štetnih organizama i invazivnih korova, ali i unapređenje plodnosti zemljišta (štiteći ga od erozije), a u određenoj meri uticati i na ublažavanje klimatskih promena.

Ekosistemske usluge cvetnih pojaseva

Ecosystem services of flower strips

Unapređenje biodiverziteta - Rezultati brojnih istraživanja ukazuju da cvetni pojasevi predstavljaju efikasan način unapređenja diverziteta i brojnosti raznih insekatskih grupa u poljoprivrednim predelima (Haaland et al. 2011; Jachowicz and Sigsgaard, 2025). Posebno izražen pozitivan efekat uočen je kod oprašivača, među kojima su divlje pčele, osolike muve, leptiri i moljci (Buhk et al. 2018; Scheper et al. 2021; Pérez-Sánchez et al. 2023; Blumgart et al. 2023). Povećana raznolikost i sezonska raspoloživost cvetnih resursa u ovim pojasevima obezbeđuju kontinuirane izvore nektara i polena. To omogućava stabilnije prisustvo i očuvanje raznovrsnih grupa oprašivača. Utvrđeno je da su efekti naročito izraženi kod višegodišnjih pojaseva, pojaseva sa većim brojem cvetajućih vrsta i mešavina sa autohtonim biljnim vrstama, koje doprinose dugoročnoj održivosti populacija (Gill et al. 2014; Rodríguez-Gasol et al. 2026). Slični pozitivni efekti cvetnih pojaseva su pronađeni i za druge grupe insekata, uključujući prirodne neprijatelje štetočina u poljoprivrednim usevima. Brojna istraživanja ukazuju da ovi pojasevi značajno povećavaju bogatstvo vrsta i brojnost predatora i parazitoida (Tschumi et al. 2015; Albrecht et al. 2020), zahvaljujući većoj strukturnoj složenosti i raznovrsnosti biljnih resursa koji omogućavaju sklonište, alternativne izvore hrane i domaćine, kao i mesta za prezimljavanje (Tschumi et al., 2015; Holland et al., 2016). Istovremeno, prisustvo cvetnih pojaseva doprinosi i većoj raznovrsnosti nekih drugih grupa životinja, poput ptica, naročito u intenzivno korišćenim poljoprivrednim predelima u kojima prirodna staništa izostaju ili su fragmentisana (Schmidt et al. 2020; Buhk et al. 2018). Povećana dostupnost hrane,

kao i strukturalna raznolikost vegetacije, stvaraju uslove za uspešno gnežđenje većeg broja vrsta. Na nivou čitavog predela, mreže međusobno povezanih cvetnih pojaseva doprinose stvaranju heterogene sredine i time omogućavaju oporavak i održanje višeg nivoa ukupnog biodiverziteta (Buhk et al. 2018; Hellwig et al. 2022). Ovakvi pojasevi doprinose povećanju kako taksonomske tako i funkcionalne raznovrsnosti različitih trofičkih grupa, čime se unapređuje stabilnost poljoprivrednih predela i dugoročno očuvanje biološke raznovrsnosti u agroekosistemima.

Oprašivanje useva - Oprašivanje je jedna od najvažnijih regulatornih ekosistemskih usluga, jer direktno utiče na prinos i kvalitet velikog broja poljoprivrednih useva širom sveta. Procene su da preko 80 najvažnijih useva globalno u određenoj meri zavisi od životinjskog oprašivanja, dok se oko 35% ukupne svetske proizvodnje hrane zasniva na doprinosu oprašivača (Klein et al., 2006). Uvođenje cvetnih pojaseva na margine parcela dovodi do povećanja brojnosti i raznovrsnosti oprašivača, ali i do intenzivnije aktivnosti ovih organizama u okolnim usevima, što rezultira efikasnijim oprašivanjem (Feltham et al., 2015; Venturini et al., 2017; Sutter et al., 2018; Albrecht et al., 2020). Povećana aktivnost oprašivača neposredno doprinosi povećanju prinosa i stabilnosti proizvodnje (Blaauw and Isaacs, 2014; Feltham et al., 2015; Albrecht et al., 2020). Prilikom dizajniranja cvetnih mešavina za privlačenje oprašivača određenih gajenih biljnih vrsta, važno je odabrati odgovarajući biljni sastav, jer različite biljke ciljano privlače specifične grupe oprašivača; na primer, biljke iz porodice Fabaceae više privlače bumbare, dok biljke iz porodice Apiaceae više privlače osolike muve (Scheper et al., 2021).

Biološka kontrola štetnih insekata - Biološka kontrola predstavlja još jednu od ključnih regulatornih ekosistemskih usluga, jer prirodni neprijatelji štetnih organizama (predatori i parazitoidi) ograničavaju njihove populacije i time smanjuju potrebu za hemijskim tretmanima, doprinoseći održivijoj poljoprivredi. Stabilnost i efikasnost ove usluge zavise od očuvanja raznovrsne zajednice prirodnih neprijatelja, što je u savremenim agroekosistemima često ugroženo zbog intenzifikacije poljoprivrede, gubitka i fragmentacije prirodnih staništa (Tscharntke et al., 2005; Bianchi et al., 2006; Dainese et al., 2019). Pojednostavljivanje predela narušava metapopulacionu dinamiku i smanjuje mogućnost migracije i opstanka populacija korisnih insekata (Hanski, 1999; Tscharntke and Brandl, 2004). Sa druge strane, očuvana prirodna i poluprirodna staništa, poput šumaraka, živica, utrina i vegetacije uz vodena tela, pružaju predatorima i parazitoidima dodatne izvore hrane, utočišta tokom poljoprivrednih aktivnosti i skloništa za prezimljavanje, čime se podstiče njihova brojnost i diverzitet (Landis et al., 2000; Bianchi et al., 2006). Uvođenje cvetnih pojaseva u poljoprivredne predele pokazalo se kao delotvorna mera za unapređenje biološke kontrole i stabilizaciju populacija prirodnih neprijatelja. Takvi pojasevi funkcionišu kao utočišta i trajni izvori resursa, povećavajući brojnost i aktivnost korisnih insekata u okolnim poljima. To posredno doprinosi smanjenju

populacija štetočina i većoj stabilnosti agroekosistema (Tschumi et al., 2015; Albrecht et al., 2020). Efikasnost cvetnih pojaseva zavisi i od sastava cvetnih mešavina, jer različite biljne porodice selektivno privlače određene grupe korisnih insekata. Na primer, biljke iz porodice Apiaceae kao što je pomenuto, često privlače osolike muve čije su larve predatori, dok su odrasle jedinke oprašivači (Scheper et al., 2021). Pažljivo planirani cvetni pojasevi stoga predstavljaju ključnu meru u agroekološkom pristupu upravljanja štetočinama, posebno u sektoru održive i organske poljoprivrede, jer omogućavaju stabilnije i dugotrajnije funkcionisanje biološke kontrole u različitim poljoprivrednim predelima.

Zaštita kvaliteta zemljišta i voda - Na nivou proizvodnih parcela pokrivenost zemljišta biomasom cvetnih pojaseva povoljno utiče na zaštitu zemljišta od erozije (Wratten et al., 2012), kao i na ekstremne klimatske uticaje na obodima parcela, gde se ti negativni procesi često jače ispoljavaju. Na nivou predela cvetni pojasevi mogu doprineti zaštititi kvaliteta vode, smanjenjem oticanja površinskih voda (koje često sadrže ostatke pesticida ili đubriva) u vodotokove (Cresswell, 2018). Višegodišnji zaštitni pojasevi trajnom vegetacijom mogu presretanjem da uklone i do 97% sedimenta poreklom iz poljoprivrednog zemljišta, pre nego što uđu u susedne vodotokove (Lovell and Sullivan, 2005). Tako na primer trnjina (*Prunus spinosa* L.) ima potencijal za kontrolu erozije zemljišta, ali je i važna biljka za divlje životinje, jer njeni rani prolećni cvetovi obezbeđuju nektar za rane oprašivače, grane stvaraju bodljikavo šipražje, pružajući sigurno gnežđenje pticama i zaštitu i hranu za sitne sisare (Karlović et al. 2020). Mnoge travne vrste koje u cvetnim pojasevima insektima pružaju mesta za prezimljavanje, istovremeno biomasom ograničavaju eroziju zemljišta i usvajaju višak azota iz njega, koji bi inače mogao biti ispran u dublje slojeve zemljišta i podzemne vode (Ugrenović and Filipović, 2017). Usvajanjem nitrata korenovima biljaka u cvetnim pojasevima, njihova koncentracija može se smanjiti u zemljištu i do 94%, pre spiranja u susedne površinske i podzemne vode (Lovell and Sullivan, 2005). Takođe sabijenost zemljišta, koja je jače izražena na marginama proizvodnih parcela, može biti ublažena uspostavljanjem cvetnih pojaseva koji sadrže biljne vrste sa moćnim korenovima (npr. *Raphanus sativus* L., *Brassica napus* L., *Medicago sativa* L.), (Wratten et al., 2012). Cvetni pojasevi mogu da povećaju i biogenost zemljišta na poljoprivrednim površinama. Istraživanje na velikom broju cvetnih pojaseva (Vaupel et al. 2024) ukazuje na to da su zemljišta pod njima imala značajno veću gustinu populacija glista u poređenju sa obradivim površinama (u proseku za 231%), a u nekim slučajevima su pružali stanište za anecične i epigeične vrste, koje inače ne bi bile prisutne na obradivim površinama. Gliste vrše širok spektar ekosistemskih usluga, uključujući kruženje hranljivih materija u zemljištu i njegovo formiranje (Blouin et al. 2013). Međutim gliste su ugrožene intenziviranjem poljoprivrede, pa uspostavljanje višegodišnjih cvetnih pojaseva može povoljno uticati na njihovu brojnost i raznovrsnost, a povećanje prisutnosti glista na taj način može poboljšati funkcije zemljišta i koristi višim trofičkim nivoima (Barnes et al., 2023).

Višegodišnji cvetni pojasevi pokrivaju zemljište biomasom i time utiču na smanjenje odavanja gasova sa efektom staklene bašte u atmosferu. Njihova biomasa se ne bere niti uklanja, što obezbeđuje mnogo veći unos ugljenika u zemljište u poređenju sa obradivim zemljištem. Na osnovu rezultata opsežnih istraživanja sprovedenih u Nemačkoj, Harbo et al. (2023) procenjuju da višegodišnji cvetni pojasevi mogu da ostvare sekvestraciju $0,48 \text{ Mg} \pm 0,36 \text{ C ha}^{-1}$ godišnje i zaključuju da ako bi se 1% obradivih površina na mineralnim zemljištima pretvorilo u cvetne pojaseve, dodatnih $6,5 \times 10^4 \text{ t C}$ bi se vezalo u zemljištu, što odgovara 0,4% emisija gasova staklene bašte iz nemačkog poljoprivrednog sektora. Rezultati ukazuju na određeni potencijal višegodišnjih cvetnih pojaseva za sekvestraciju organskog ugljenika u zemljištu, a time i za potencijalno ublažavanje emisije gasova staklene bašte i stvaranje ugljenično neutralnih sistema proizvodnje. Konačno primena cvetnih pojaseva kao mere koja se prvenstveno uvodi zbog stvaranje staništa korisnim organizmima istovremeno može poboljšati funkcije zemljišta, kao i kvalitet zemljišta i voda na nivou proizvodne parcele, ali i u čitavom predelu.

Smanjenje populacija korova - U pravilno zasnovanim i održanim cvetnim pojasevima pokrivenost zemljišta njihovom biomasom obezbeđuje kompeticiju prema korovima (Ugrenović i sar., 2012). To povoljno utiče za njihovo održavanje, kao i na sprečavanja širenja invazivnih vrsta korova, koje se često razvijaju na obodima proizvodnih parcela i sa njih dalje šire, kao što su npr. štir (*Amaranthus retroflexus* L.) ili ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.), (Ugrenović, 2025). Buhk et al. (2018), navode da je zasnivanje cvetnih pojaseva u jesen pomoglo povećanju brojnosti cvetova u ranoj sezoni, ali i uticalo na manju pojavu štetnih korova u proleće (kao što su: štir, veliki muhar - *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. ili vrste *Chenopodium*). Wratten et al. (2012) navodi da uvođenje travnih vrsta u cvetne mešavine utiče na manju pojavu korova roda *Cirsium*. U tom smislu održavanje višegodišnjih cvetnih pojaseva bez korova na marginama proizvodnih parcela može pomoći u kontroli njihovog širenja u useve. Sve to bi trebalo da dovede do smanjenja intenziteta hemijske kontrole korova i ušteda povezanih za manju primenu herbicida.

Izbor biljnih vrsta i formiranje mešavina

Selection of plant species and formation of mixtures

Ispoljavanje ekosistemskih usluga cvetnih pojaseva u poljoprivrednim predelima zavisi od agroekoloških uslova koji u njima vladaju i florističkog sastava smeša. Tako na primer, u smešama za ekosistemске usluge oprašivanja koriste se mešavine sa vrstama pretežno iz porodice mahunarki (Fabaceae), dok se za biološku kontrolu koriste vrste iz porodice štitonoša (Apiaceae), (Balzan et al., 2014). Međutim identifikacija korisnih biljaka za cvetne pojaseve nije tako jednostavna, jer često zavisi od regiona, lokalnog sastava vrsta oprašivača, istorije predela i drugih faktora staništa (Menz et al., 2011; Blaauw and Isaacs, 2014). Lokalni

uslovi mogu imati uticaj na uspostavljanje cvetnih pojaseva, ali i na fenologiju cvetanja, što može biti u raskoraku sa potrebama lokalne faune oprašivača (Angelovski, 2023). Na primer Tibingenska mešavina, razvijena u Nemačkoj pokazala je efikasnost u podržavanju populacija medonosne i divljih pčela (Engels et al., 1994), a kada je bila testirana u Velikoj Britaniji, ocenjena je kao neodgovarajuća jer se vreme cvetanja poklapalo sa vremenom cvetanja glavnih izvora hrane pa je privlačila malo insekata (Carreck and Williams, 1997). Budući izbor vrsta treba da obuhvati i sagledavanje eventualnog potencijala invazivnosti novih vrsta kod njihovog uvođenja u određena područja (Winfree, 2010). U smislu svega toga poželjno je koristiti smeše lokalnih biljaka (Schmidt et al., 2020), domaćih i odomaćenih. Kako navodi Cresswell et al. (2019) odabir vrsta započinje identifikacijom ključnih osobina biljaka baziranih na njihovoj sposobnosti da podrže oprašivače, prirodne neprijatelje štetočina useva ili zaštitu zemljišta i voda, kao što su: veličina cvetnog prikaza (eng. *floral display size*), boja cveta, sadržaj nektara, površina lista, gustina lisnih trihoma, osobine korenovog sistema i sl. Tako na primer veći cvetni prikaz pogoduje oprašivačima (Kudo et al., 2007), parazitoidima su privlačnije biljke sa većim sadržajem nektara (Bianchi and Wackers, 2008), dok je veća površina lista biljke pozitivno povezana sa njenom sposobnošću da zadržava sediment (Burylo et al., 2014). Morfologija cveta i cvasti, takođe ima značajnu ulogu pri odabiru odgovarajuće cvetne mešavine. Vrste sa plitkom krunicom i otvorenim glavičastim ili štitastim cvastima privlače kratkojezične oprašivače, poput osolikih muva i određenih vrsta divljih pčela. Nasuprot tome, cvetovi sa dubokim krunicama i zigomorfim oblikom nisu pristupačni za ove grupe insekata, ali su optimalni za dugojezične oprašivače, uključujući mnoge divlje pčele, leptire i moljce. (Harder, 1985; Armbruster and Guinn, 1989; Haber and Frankie, 1989; Corbet, 2000; Stang et al., 2009). Na primer, dugojezični bumbari, poput *Bombus hortorum* i *B. pascuorum*, češće posećuju zigomorfne cvetove biljaka iz porodice Fabaceae (*Trifolium* i *Vicia*), dok su cvetovi sa glavičastim cvastima iz porodice Asteraceae manje privlačni za ove vrste (Fussell and Corbet, 1992). U smislu svega toga, nije sigurno da će setva određenog skupa biljnih vrsta sa povoljnim osobinama rezultirati vegetacijom sa željenim funkcionalnim osobinama. Zato je neophodno identifikovati faktore (odnos biljka - spoljašnja sredina) neophodne za uspostavljanje i opstanak biljne zajednice unutar vegetativnog pojasa (Cresswell et al., 2019). Takođe prilikom sastavljanja smeša semena treba obratiti pažnju i na to da li su agronomske osobine svih biljnih vrsta koje ulaze u njihov sastav usklađene, odnosno da li su jednogodišnje ili višegodišnje, da li prezimljavaju i kakvi su im zahtevi prema vremenu i dubini setve. Određene biljne vrste brzo rastu i ispoljavaju jaku konkurenciju prema drugim biljnim vrstama, npr. uljana repica (*Brassica napus* L.) ili slačica (*Sinapis alba* L.), (Ugrenović i sar., 2019), pa time mogu da guše biljke u cvetnim pojasevima i smanje potencijal za razvoj i cvetanje. U istraživanjima Antkowiak et al. (2024) u drugoj godini od zasnivanja cvetnog pojasa bela detelina (*Trifolium repens* L.) je previše dominirala, čime je ometala razvoj drugih biljnih vrsta. Iz tih razloga od posebnog je značaja ostvariti optimalno učešće svih biljnih vrsta u cvetnom pojasu. Dobra mešavina semena u cvetnom pojasu trebalo bi

da obezbedi cvetove različitih boja, oblika i veličina, koji će biti privlačni za veći broj različitih vrsta korisnih insekata, ali bi trebalo da obezbedi i stanište za gnežđenje i razmnožavanje za neke od tih vrsta. Entomofilne gajene vrste u glavnim usevima na velikim površinama (npr. voćne vrste, suncokret, uljana repica) u vreme cvetanja masovno privlače insekte oprašivače. Međutim zbog kratkog trajanja ove fenofaze, oprašivači ostaju bez cvetnih resursa (Potts et al., 2010), pa ne mogu završiti životni ciklus. Ovakva situacija za korisne insekte predstavlja svojevrsnu „ekološku klopku”, pa je u tom smislu potrebno da cvetni pojasevi sadrže vrste koje će cvetati pre cvetanja gajenog useva kako bi privukli oprašivače, ali i nakon njegovog cvetanja, kako bi omogućili završetak životnog ciklusa i održali stabilne populacije za sledeću sezonu (Gardner et al., 2021). Navedeni problem „ekološke klopke” važi i za same cvetne pojaseve, tako da odabir biljnih vrsta za cvetne mešavine mora da obezbedi vremenski što duže kontinuirano cvetanje (Ugrenović, 2025).

Biljke odabrane kao cvetni resursi za oprašivače mogu istovremeno podržati usluge biološke kontrole štetočina. Tako Skaldina (2020) navodi da morač doprinosi opstanku prirodnih neprijatelja štetočina privlačeći osolike muve, a istovremeno ova vrsta je korisna i za oprašivače, jer privlači pčele i bumbare. Stoga, mala prilagođavanja u upravljanju cvetnim pojasevima, kao što je dodavanje biljaka koje proizvode nektar, mogu kombinovati prednosti povećanja biodiverziteta i suzbijanja štetočina, čime se optimizuju ukupne ekološke usluge. Međutim, važno je napomenuti da dodatni resursi hrane odabrani za povećanje populacija oprašivača ili prirodnih neprijatelja mogu povećati i populacije štetočina (Parolin et al., 2012). Stoga je kako navode Wratten, et al. (2012) potrebno istražiti uticaj određenih biljaka na sposobnost da privuku ne samo prirodne neprijatelje nego i štetočine (npr. uticaj na dugovečnost, plodnost, reprodukciju) i osigurati da su pozitivni efekti prisutni samo kod korisnih insekata.

Veliki broj inostranih selekcionerskih i semenskih kuća proizvodi mešavine semena za cvetne pojaseve, ali se u pitanje dovodi njihova primenljivost zbog različitih agroekoloških uslova u Srbiji. U trenutku pripreme rukopisa ovog rada, na srpskom tržištu ne postoje upakovane mešavine semena za cvetne pojaseve. Ova tehnologija za sada je zastupljena u sektoru nauke, gde je realizovana jedan broj istraživanja (Plećaš, 2023; Ugrenović i sar., 2012), (Slika 2). Naročito su značajni rezultati projekta EcoStack (Plećaš, 2023) gde se daje pregled potencijalno značajnih biljnih vrsta za pravljenje lokalizovanih meša koje bi obezbeđivale resurse za korisne insekte (Tabela 1). Određena iskustva postoje i kod jednog broja organskih proizvođača, koji ovu tehnologiju koriste za izolaciju svojih parcela. Poljoprivredni proizvođači u Srbiji koji su zainteresovani za cvetne pojaseve, za sada jedino mogu sami da pripremaju meše semena za njihovo zasnivanje. Semena pojedinih biljnih vrsta pogodnih za tu namenu dostupna su na našem tržištu, kod proizvođača i uvoznika semena lekovitog bilja, povrća i ratarskih vrsta.



Slika 2: Ogled sa cvetnim pojasevima u Institutu Tamiš (foto: Ugrenović, 2015).

Image 2: Flower strips experiment at the Tamis Institute (photo: Ugrenović, 2015).

Tabela 1. Najznačajnije odabrane biljne vrste za sve oprašivače zajedno i posebno za pčele u toku dve godine (Plećaš, 2023, modifikovano).

Table 1. The most important selected plant species for all pollinators together and especially for bees during two years (Plećaš, 2023, modified).

Ime vrste	Svi oprašivači		Divlje pčele	
	2021	2022	2021	2022
Njivski razlićak (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	*-	+	-	+
Korijander (<i>Coriandrum sativum</i> Linnaeus)	+	+	+	+
Artičoka (<i>Cynara scolymus</i> var. <i>scolymus</i> L.)	+	-	+	-
Divlja mrkva (<i>Daucus carota</i> L.)	-	+	-	+
Morač (<i>Foeniculum vulgare</i> P. Mill.)	+	+	-	-
Esparzeta (<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.)	-	-	-	+
Čipkasta facelija (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.)	+	+	+	+
Anis (<i>Pimpinella anisum</i> L.)	-	-	+	-
Bela slačica (<i>Sinapis alba</i> L.)	+	-	+	-

*- odsustvo, + prisustvo

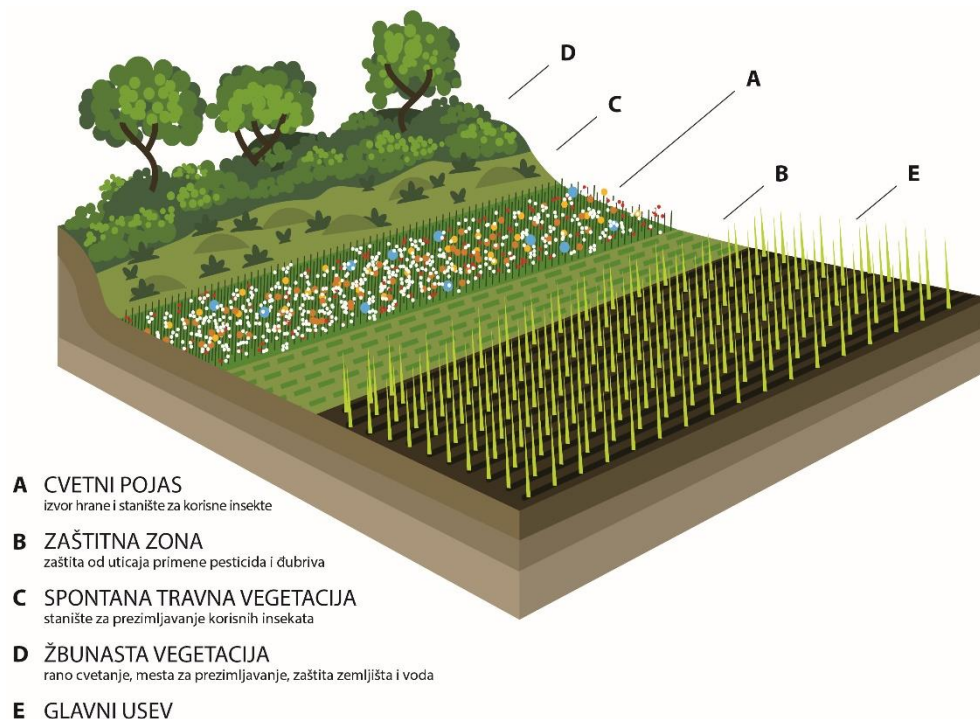
Prostorni aspekti cvetnih pojaseva

Spatial aspects of flower strips

Da bi korisni insekti imali stalan pristup izvorima hrane i pogodnim staništima, neophodno je da cvetni pojasevi budu dobro raspoređeni i povezani u prostoru. Cvetne mešavine različitog sastava, mesto i vreme zasnivanja cvetnih pojaseva, kao i njihova dužina i oblik, mogu uticati na njihov uspeh (Buhk et al., 2018). Na nivou proizvodne parcele, staništa koja se zasnivaju cvetnim vrstama za oprašivače najbolje je postaviti na osunčanim lokacijama (južne i zapadne orijentacije su najbolje, a zatim istočne), (Ugrenović, 2025). Na senovitim lokacijama (obodi žbunaste vegetacije, lugova ili šuma), staništa za korisne insekte potrebno je formirati busenastim travnim vrstama, jer će to obezbediti mesta za njihovo zimsko mirovanje. Neposredno pored takvih pojaseva, na osunčanim delovima parcela mogu se formirati i cvetni pojasevi (Slika 3). Žbunasta vegetacija u takvim slučajevima može da unapredi kvalitet staništa, kao npr. trnjina (*Prunus spinosa* L.), jer obezbeđuje rano cvetanje, mesta za prezimljavanje, kao i zaštitu zemljišta i voda (Karlović et al. 2020). U pravilno isparcelisanim atarima, staništa treba formirati na obodima proizvodnih parcela, a tamo gde je to moguće treba ih uspostaviti uz kanale ili vodotokove. Postavljanje višegodišnjih cvetnih pojaseva uz vodotokove ili na nagnutim terenima osetljivim na eroziju zemljišta, može pomoći u zaštiti zemljišta i voda (Wratten et al., 2012). Na takvim lokacijama treba izbegavati postavljanje jednogodišnjih cvetnih pojaseva, koji se zasnivaju svake godine, jer to povećava rizik od erozije zemljišta. Prilikom izbora lokacije treba koristiti i delove proizvodnih površina koje zauzimaju teško pristupačni uglovi na parcelama ili oko dalekovoda, čime površine za redovnu proizvodnju postaju efikasnije (Nowakowski and Pywell, 2016). Takođe treba obratiti pažnju i na primenu đubriva i pesticida u okruženju cvetnih pojaseva i prema površinama koje se tretiraju, formirati zaštitne pojaseve višegodišnjim travnim vrstama, 5 m širine (MPŠV RS, 2024).

Potrebna veličina staništa za korisne insekte zavisi od divljih vrsta koje želimo da podržimo i kvaliteta konkretnog poljoprivrednog predela. Jedno od pravila je da stanište treba da obuhvati 1% ukupne površine proizvodne parcele, a najmanje 100 m² (MPŠV RS, 2024). Ipak da bi se obezbedio kontinuitet hrane i staništa u poljoprivrednom predelu neophodno je formirati mreže cvetnih pojaseva (Slika 4), u kojima višegodišnje formacije obezbeđuju i hranu i staništa, dok kratkoročne poput jednogodišnjih cvetnih pojaseva povezuju staništa i obezbeđuju dodatne resurse hrane tokom cele godine. Inostrane prakse (Nowakowski and Pywell, 2016) ukazuju da je pet približno ravnomerno raspoređenih cvetnih pojaseva, površine 0,25 ha na 100 ha, ili 0,5 ha kada nedostaje cvetnih resursa, dovoljno da bi se podržala populacija oprašivača. Njihov raspored treba da bude takav da cvetni resursi uvek budu u dometu leta oprašivača. Udaljenost koju divlje pčele mogu da pređu u potrazi za hranom je u velikoj meri uslovljena njihovom veličinom tela (Gathmann and Tscharntke, 2002). Sitnije pčele prelaze rastojanja od 100-200 m, dok

krupnije prelaze i preko 1100 m. Međutim, pokazano je da i neke sitnije pčele mogu prelaziti veće razdaljine i od preko 1000 m (Zurbuchen, 2010). Ovo je veoma važno uzeti u obzir, jer kako navodi Buhk et al., (2018) veća rastojanja između izvora hrane možda neće direktno uticati na prisustvo neke vrste, ali može promeniti brojnost i reproduktivni uspeh. Naročito su mali oprašivači ograničeni većim dometom. Konačno, za uspešno uspostavljanje staništa za korisne insekte, sve navedene prirodne i agronomske zakonitosti neophodno je prilagoditi uslovima predela.



Slika 3. Šema postavljanja cvetnog pojasa (Ugrenović, 2025).

Figure 3. Scheme of placing the flower strips (Ugrenović, 2025).



Slika 4. Pozicioniranje cvetnih pojaseva u poljoprivrednom predelu (Ugrenović i Matić, 2025).

Figure 4. Positioning of flower strips in an agricultural area (Ugrenović and Matić, 2025).

Zasnivanje i upravljanje staništem

Habitat establishment and management

Prilikom zasnivanja cvetnih pojaseva zemljište se ne đubri, jer siromašnije zemljište obezbeđuje više cvetnih resursa u staništu, ali i manji pritisak korova (Grime et al., 2007). Za uspešno uspostavljanje cvetnih pojaseva veoma je značajno da površina za zasnivanje bude bez korova, a kako navodi Ugrenović (2025) zasnivanje je najbolje obaviti direktnom setvom, bez obrade. Ipak zemljišni uslovi ponekad zahtevaju obradu, npr. jer je na marginama parcela zemljište često više sabijeno. Takođe, semena nekih vrsta koje ulaze u sastav cvetnih smeša, za uspešno nicanje zahtevaju dodatnu obradu zemljišta. Takve površine se moraju na vreme obraditi, najbolje razrivačem, kako bi zemljište bilo spremno do setve. U uslovima Srbije višegodišnji cvetni pojasevi se seju krajem avgusta, ili alternativno u proleće od aprila do početka maja, dok se za jednogodišnje setva obavlja u aprilu (Ugrenović, 2025). Takođe, setva semenima vrsta koje zahtevaju različitu dubinu setve se obavlja dvofazno. Npr. seme kamilice (*Matricaria chamomilla* L.) ili maslačka (*Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg.) treba sejati po površini zemljišta (Filipović, 2022), pa zahteva zasebnu setvu u drugom prohod. Valjanje posle setve obezbeđuje brže i ujednačenije nicanje (FiBL, 2018).

Kako bi se nesmetano razvijali i trajali onoliko koliko je predviđeno, cvetne pojaseve treba održavati kao i druge useve. U zavisnosti od biljnih vrsta koje ulaze u sastav cvetnih smeša, cvetni pojasevi mogu biti

višegodišnji ili jednogodišnji. Za zasnivanje staništa u agoroekološkim uslovima Srbije pogodniji su višegodišnji (Ugrenović i sar., 2012). Oni mogu da se održe do tri godine, a uz podsejavanje onih biljnih vrsta koje su završile svoj životni ciklus i do pet godina. Kontrola korova je od ključnog značaja za uspešno zasnivanje i održavanje cvetnih pojaseva (Nowakowski and Pywell, 2016). Ovo je naročito značajno u prvoj godini nakon zasnivanja, kada potrebu za masovnim cvetanjem često treba podrediti kontroli korova. U višegodišnjim cvetnim pojasevima kontrola korova vrši se košenjem u momentu kada korovi počnu da se takmiče sa biljkama iz cvetne smeše (Cresswell et al., 2019). Košenje sprečava da korovi prevladaju i pomaže u očuvanju otvorene strukture, kako bi sporije rastuće vrste i dalje imale prostora za razvoj. Ova operacija se u cvetnom pojasu obavlja na 15 do 20 cm visine biljaka, jer se time produžava cvetanje, podstiče grananje i obimnija pojava novih cvetova (Kirmer et al., 2019). Krajem septembra ili početkom oktobra na kraju sezone, obavlja se košenje cvetnih pojaseva na visinu od 15 cm. Međutim istovremeno košenje u jesen na svim staništima na imanju može dovesti do uklanjanja cvetnih resursa, kao i mesta za prezimljavanje, tako da na jednom potezu deo pojaseva treba kositi u jesen, deo pred kraj zime, a deo u rano proleće (Nowakowski and Pywell, 2016). Crofts and Jefferson (2007) preporučuju uklanjanje pokošene biomase nakon svakog košenja, kako bi se smanjilo opterećenje zemljišta hranljivim materijama. Na kraju kako bi se ostvarila dugovečnost i kvalitet staništa u cvetnim pojasevima, dosejavanje biljnih vrsta koje su završile svoj životni ciklus i košenje radi kontrole korova su redovne mere.

Zaključak

Conclusion

Intenzivna industrijska poljoprivreda značajno je uticala je na pad brojnosti i raznovrsnosti svih vrsta korisnih insekata (oprašivača, predatora i parazitoida štetočina), sa nesagledivim negativnim posledicama po ekonomiju, društvo i ekologiju. Ipak, poljoprivreda može da pruži hranu i stanište za korisne insekte i time podrži važne ekosistemske usluge oprašivanja i biološke kontrole štetnih organizama. Primena najboljih upravljačkih praksi u poljoprivredi i uvođenje cvetnih pojaseva mogu obezbediti prinose useva, ali istovremeno i poboljšati uslove za vrste korisnih insekata. Rezultati velikog broja istraživanja ukazuju da uvođenje cvetnih pojaseva predstavlja efikasnu meru za obnovu funkcionalnog biodiverziteta i stabilnost agroekosistema. Njihova primena na lokalnom nivou zahteva integraciju naučnih saznanja, lokalnih vrsta biljaka, korisnih insekata, kao i agronomskih praksi, čime se postiže održiv balans između produktivnosti i očuvanja.

Zahvalnica

Acknowledgement

Pisanje ovog rada je podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (br. ugovora: 451-03-136/2025-03/200011, 451-03-136/2025-03/200053, 451-03-137/2025-03/200178).

Literatura

References

- Albrecht M, Kleijn D, Williams N.M, Tschumi M, Blaauw B.R, Bommarco R, et al. 2020: The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters* 23:1488-1498. <https://doi.org/10.1111/ele.13576>
- Ангеловски А. 2022: Атрактивност одабраних биљних врста за дивље пчеле и могућност њиховог коришћења у цветним маргинама. Универзитет у Београду Биолошки Факултет, Мастер рад, стр. 1-44.
- Antkowiak M, Kowalska J, Trzcinski P. 2024: Flower Strips as an Ecological Tool to Strengthen the Environmental Balance of Fields: Case Study of a National Park Zone in Western Poland. *Sustainability* 16(3): 1251. <https://doi.org/10.3390/su16031251>
- Armbruster W.S, Guinn D.A. 1989: The Solitary Bee Fauna (Hymenoptera: Apoidea) of Interior and Arctic Alaska: Flower Associations, Habitat Use, and Phenology. *Journal of the Kansas Entomological Society* 62(4): 468-483. <http://www.jstor.org/stable/25085123>
- Baden-Bohma F, Thielea J, Daubera J. 2022: Response of honeybee colony size to flower strips in agricultural landscapes depends on areal proportion, spatial distribution and plant composition. *Basic and Applied Ecology* 60: 123-138.
- Balzan M.V, Bocci G, Moonen A.C. 2014: Augmenting flower trait diversity in wildflower strips to optimise the conservation of arthropod functional groups for multiple agroecosystem services. *Journal of Insect Conservation* 18(4), 713-728
- Barnes A.E, Robinson, R.A. Pearce-Higgins J.W. 2023: Collation of a century of soil invertebrate abundance data suggests long-term declines in earthworms but not tipulids. *Plos One* 18: e0282069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282069>
- Beckmann M, Gerstner K, Akin-Fajiye M, Ceaşu S, Kambach S, Kinlock N.L, Phillips R.P.H, Verhagen W, Gurevitch J, Klotz, S, Newbold, T, Verburg H.P, Winter M, Seppelt R. 2019: Conventional land use intensification reduces species richness and increases production: A global meta-analysis. *Global Change Biology* 25(6): 1941–1956. <https://doi.org/10.1111/gcb.14606>
- Bianchi F.J.J.A, Booij C.J.H, Tscharntke T. 2006: Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society* 273: 1715-1727. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>
- Bianchi F, Wackers F.L. 2008: Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. *Biological Control* 46: 400-408. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2003.08.005>
- Blaauw B.R, Isaacs R. 2014: Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *Journal of Applied Ecology* 51(4): 890-898. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12257>
- Blouin M, Hodson ME, Delgad E., Baker, G, Brussaard L, Butt KR, Daig J, Dendoovenh L, Peresi G, Tondohj J.E, Cluzeauk D, Brunl J.J. 2013: A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science* 64:161-2. <https://doi.org/10.1111/ejss.12025>
- Blumgart D, Botham S, Menéndez R. Bell R.J. 2023: Floral enhancement of arable field margins increases moth abundance and diversity. *Journal of Insect Conservation* 27: 455-465 <https://doi.org/10.1007/s10841-023-00469-9>
- Buhk C, Oppermann R, Schanowski A, Bleil R, Lüdemann J, Maus C. 2018: Flower strip networks offer promising longterm effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. *BMC Ecology* 18(55): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12898-018-0210-z>
- Burylo M, Dutoit T, Rey F. 2014: Species traits as practical tools for ecological restoration of marly eroded lands. *Restoration Ecology* 22: 633-640. <https://doi.org/10.1111/rec.12113>
- Corbet S.A. 2000: Butterfly nectaring flowers: butterfly morphology and flower form. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96: 289-298. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00708.x>

- Carreck N.L, Williams I.H. 1997: Observations on two commercial flower mixtures as food sources for beneficial insects. in the UK. *The Journal of Agricultural Science* 128(4): 397-403. doi:10.1017/S0021859697004279
- Cresswell J.C. 2018: Multifunctional field margin vegetative strips for the support of ecosystem services - pollination, bio-control and water quality protection. Doctoral thesis, Harper Adams University.
- Cresswell J., Cunningham M, Wilcox A, Randall P.N. 2019: A trait-based approach to plant species selection to increase functionality of farmland vegetative strips. *Ecology and Evolution* 9(8): 4532-4543. <https://doi.org/10.1002/ece3.5047>
- Crofts A, Jefferson R.G. 2007: The lowland grassland management handbook. Peterborough, UK: Natural England.
- Dainese M, et al. 2019: A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances* 5 eaax0121(2019). <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax0121>
- Engels W, Schultz U, Radle M. 1994: Use of the Tübingen Mix for Bee Pasture in Germany. Forage for Bees in an Agricultural Landscape. International Bee Research Association, Cardiff 57-65.
- European Commission 2018: Inicijativa EU-a za oprašivače, COM (2018) 395. <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0395>
- Farkaš F. 2025: Regenerativna poljopriveda, praktični vodič za male i velike posede. Priručnik, Ekološki pokret Vrbasa, Srbija, p. 30. <https://regagrisrbija.rs/regenerativna-poljoprivreda-prakticni-vodic-za-male-i-velike-posede/>
- Feltham H, Park K, Minderman J, Goulson D. 2015: Experimental evidence that wildflower strips increase pollinator visits to crops. *Ecology and Evolution* 5(16). <https://doi.org/10.1002/ece3.1444>
- FiBL 2018: Perennial flower strips – a tool for improving pest control in fruit orchards. FiBL, Technical guide, No. 1096, p. 16. https://orprints.org/id/eprint/44502/8/EN_1096-flower-strips-orchards.pdf
- Fiedler K.A, Landis A.D, Wratten D.S. 2008: Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management. *Biological Control* 45(2): 254-271. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.12.009>
- Filipović V. 2022: Manual about organic production of medicinal and aromatic plants. National Association for Organic Production Development "Serbia Organica", Belgrade and the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), P. 30. ISBN-978-86-88997-20-1.
- Filipović V, Ugrenović V, Plečaš M, Raičević J, Dimitrijević S, Prijic Ž, Popović V. 2023: Agrotehnički aspekt primene cvetnih pojaseva u poljoprivrednoj proizvodnji. Nacionalni naučno-stručni skup „125 godina primenjene nauke i poljoprivrede.“ Centar za strna žita i razvoj sela iz Kragujevca. I Zbornik radova, 203-213. SBN 978-86-905494-0-5.
- Fussell M, Corbet S.A. 1992: Flower Usage by Bumble-Bees: A Basis for Forage Plant Management. *Journal of Applied Ecology* 29(2): 451-465. <https://doi.org/10.2307/2404513>
- Gill A.K, Cox R, O'Neal E.M. 2014: Quality Over Quantity: Buffer Strips Can be Improved With Select Native Plant Species. *Environmental Entomology* 43(2): 298–311. <https://doi.org/10.1603/EN13027>
- Gardner E, Breeze T.D, Clough Y, Smith H.G, Baldock K.C.R, Campbell A, Garratt M.P.D, Gillespie M.A.K, Kunin W E, McKerchar M, Potts S.G, Senapathi D, Stone G.N, Wäckers F, Westbury D.B, Wilby A, Oliver T.H. 2021: Field boundary features can stabilise bee populations and the pollination of mass-flowering crops in rotational systems. *Journal of Applied Ecology* 58: 2287-2304. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13948>
- Gathmann, Tscharnik T. 2002: Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* 71: 757-764. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2002.00641.x>
- Gonzalez D, Nave A, Gonçalves F, Nunes F.M, Campos M, Torres L. 2016: Higher longevity and fecundity *Chrysoperla carnea*, a predator of olive pests, on some native flowering Mediterranean plants. *Agronomy for Sustainable Development* 36: 30. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0369-7>
- Gotlin Čuljak T, Galzina N, Juran I, Čuljak M, Jelovčan S, Pecze R. 2016: Može li sjetva cvjetnih trakova povećati bioraznolikost kukaca u agroekosustavima? *Glasilo biljne zaštite*, 16(4): 378-390. <https://hrcak.srce.hr/file/245695>

- Grime J.P, Hodgson J.G, Hunt R. 2007: Comparative plant ecology: a functional approach to common British species. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Haber W.A, Frankie G.W. 1989: A Tropical Hawkmoth Community: Costa Rican Dry Forest Sphingidae. *Biotropica* 21(2): 155-172. <https://doi.org/10.2307/2388706>
- Haaland C, Naisbit R.E, Bersier L.F. 2011: Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conservation and Diversity* 4: 60-80. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00098.x>
- Hanski I. 1999: Metapopulation ecology. Oxford University Press, Oxford, p. 313.
- Harbo L.S, Schulz G, Heinemann H, Dechow R, Poeplau C. 2023: Flower strips as a carbon sequestration measure in temperate croplands. *Plant and Soil* 482: 647-663. <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05718-5>
- Harder L.D. 1985: Morphology as a Predictor of Flower Choice by Bumble Bees. *Ecology* 66: 198-210. <https://doi.org/10.2307/1941320>
- Hellwig N, Schubert L.F, Kirmer A, Tischew S, Dieker P. 2022: Effects of wildflower strips, landscape structure and agricultural practices on wild bee assemblages – a matter of data resolution and spatial scale? *Agriculture Ecosystems and Environment*, 326: 107764. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107764>
- Holland J.M, Bianchi F, Entling M.H, Moonen A.C, Smith B.M, Jeanneret P. 2016: Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control: a review of European studies. *Pest management science* 72(9): 1638-1651. <https://doi.org/10.1002/ps.4318>
- Jachowicz N, Sigsgaard L. 2025: Highly diverse flower strips promote natural enemies more in annual field crops: A review and meta-analysis, *Agriculture, Ecosystems & Environment* 381. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109412>.
- Jönsson A.M, Ekroos, J, Dänhardt J, Andersson G.K, Olsson O, Smith H.G. 2015: Sown flower strips in southern Sweden increase abundances of wild bees and hoverflies in the wider landscape. *Biological Conservation* 184, 51-58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2014.12.027>
- Karlović K, Jeran N, Dujmović Purgar D, Židove V, Bolarić S, Vokurka A. 2020: Sustainable landscaping with *Prunus*. *Acta horticulturae* 1288: 75-84. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1288.11
- Kirmer A, Řehounková K., Müllerová A, Tischew S, Šebelíková L, Lipárová J, Prach K, Lencová K. 2019: Guidelines to Establish Flower-Rich Structures in Urban and Rural Areas. MŠMT, DAAD p. 24. http://restoration-ecology.eu/common_files/uploads/Guidelines_flower-rich%20structures%20FINAL.PDF
- Klein A-M, Vaissie're B.E, Cane J.H, Dewenter S.I., Cunningham S.A, Kremen C, Tscharntke T. 2006: Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B* 274: 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Kowalska J, Antkowiak M, Sienkiewicz P. 2022: Flower Strips and Their Ecological Multifunctionality in Agricultural Fields. *Agriculture* 12(9): 1470. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091470>
- Kremen C, Chaplin-Kramer R. 2007: Insects as providers of ecosystem services: Crop pollination and pest control. In *Insect Conservation Biology: Proceedings of the Royal Entomological Society's 23rd Symposium* CABI Publishing pp. 349-382.
- Kudo G, Ishii H.S, Hirabayashi Y, Ida T.Y. 2007: A test of the effect of floral color change on pollination effectiveness using artificial inflorescences visited by bumblebees. *Oecologia* 154: 119-128. <https://doi.org/10.1007/s00442-007-0820-1>
- Künast C, Riffel, de Graeff, R, Whitmore G. 2013: Pollinators and agriculture. Technical Report, European Landowners' Organization (ELO), and the The European Crop Protection Association (ECPA), Brussels – Belgium, p. 48. https://laalruta.lv/images/pollinators_brochure.pdf
- Landis A.D, Wratten S.D, Gurr M.G. 2000: Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. *Annual Review of Entomology* 45:175-201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- Lovell T.S, Sullivan C.W. 2005: Environmental benefits of conservation buffers in the United States: evidence, promise, and open questions. *Agriculture Ecosystems & Environment* 112: 246-260. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.08.002>

- Lu Y.H, Wu K.M, Jiang Y.Y, Guo Y.Y, Desneux N. 2012: Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services. *Nature* 487: 362- <https://doi.org/10.1038/nature11153>
- Menz M.H.M, Phillips R.D, Winfree R, Kremen C, Aizen M.A, Johnson S.D, Dixon K.W. 2011: Reconnecting plants and pollinators: challenges in the restoration of pollination mutualisms. *Trends in Plant Science* 16: 4-12. doi:10.1016/j.tplants.2010.09.006
- MPŠV RS 2024: Mera 4 Agroekološko klimatska mera i organska proizvodnja. IPARD III program za period 2021-2027. godine. https://uap.gov.rs/wp-content/uploads/2024/11/IPARD-III-M4-Brosura-Agro-ekolosko-klimatska-mera_c.pdf
- Nowakowski M, Pywell R.F. 2016: Habitat Creation and Management for Pollinators. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, Oxford, United Kingdom, p. 86. <https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/Habitat%20Management%20and%20Creation%20For%20Pollinators.pdf>
- Parolin P, Bresch C, Desneux N, Brun R, Bout A, Boll R, Poncet C. 2012: Review of plant types for biological control purposes. *International Journal of Pest Management* 58(2): 91-100.
- Pérez-Sánchez A.J, Schröder B, Dauber J, Hellwig N. 2023: Flower strip effectiveness for pollinating insects in agricultural landscapes depends on established contrast in habitat quality: A meta-analysis. *Ecological Solutions and Evidence* 4: e12261. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12261>
- Plećaš M. 2023: Report for Project EcoStack (H2020-SFS-2017-2), p. 91. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5fe6411ed&appId=PPGMS>
- Potts G.S, Biesmeijer C.J, Kremen C, Neumann P, Schweiger P, Kunin E.W. 2010: Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25(6): 345-35.
- Pywell R.F, Heard M.S, Woodcock B.A, Hinsley S, Ridding L, Nowakowski M, Bullock J.M. 2015: Wildlife-friendly farming increases crop yield: evidence for ecological intensification. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282:20151740. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1740>
- Richter M.R. 2000: Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. *Annual Review of Entomology* 45:121–150. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.121>
- Rodríguez-Gasol N, Viketoft M, Chapurlat E, Stenberg A.J, Jonsson M, Lundin O 2026: Perennial flower strips increase pollinator and natural enemy abundance but have limited effects on pest control in adjacent crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 396. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.110025>
- Skaldina O. (2020). Insects associated with sweet fennel: beneficial visitors attracted by a generalist plant. *Arthropod-Plant Interactions* 14: 399–407. <https://doi.org/10.1007/s11829-020-09752-x>
- Schmidt A, Kirmer A, Kiehl K, Tischew S. 2020: Seed mixture strongly affects species richness and quality of perennial flower strips on fertile soil. *Basic and applied ecology* 42, 62-72.
- Stang M, Klinkhamer G.L.P, Waser M.N, Stang I, van der Meijden E. 2009: Size-specific interaction patterns and size matching in a plant–pollinator interaction web, *Annals of Botany* 103(9): 1459-1469. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp027>
- Stanisavljević Lj, Vujić A, Jakšić P, Markov Z, Četković A. 2018: Funkcionalno ekološki status, ugroženost i ekonomsko vrednovanje insekata oprašivača u Srbiji. Ekološki i ekonomski značaj faune Srbije: zbornik radova sa naučnog skupa, 17. novembar 2016, 367-411. <https://dais.sanu.ac.rs/handle/123456789/10843>
- Салников Е, Угреновић В. 2022: Пољопривреда у променљивој клими и њена улога у секвестрацији угљеника. У: Угреновић, В. (уред.), Иновативне методе органске производње за већу климатску неутралност пољопривреде. Института за земљиште Београд, Србија, Поглавље у тематском зборнику, стр. 52.
- Sutter L, Albrecht M, Jeanneret P. 2018: Landscape greening and local creation of wildflower strips and hedgerows promote multiple ecosystem services. *Journal of Applied Ecology* 55: 612-620. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12977>

- Scheper J, Bukovinszky T, Huigens, E.M, Kleijn D. 2021: Attractiveness of sown wildflower strips to flower-visiting insects depends on seed mixture and establishment success, *Basic and Applied Ecology* 56. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.08.014>
- Tscharntke T, Brandl R. 2004: Plant-insect interactions in fragmented landscapes. *Annual Review of Entomology* 49: 405-430.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123339>
- Tscharntke T, Klein A.M, Kruess A, Steffan-Dewenter I. Thies C. 2005: Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters* 8: 857-874. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
- Tschumi M, Albrecht M, Bärtschi C, Collatz J, Entling M.H, Jacot K. 2016: Perennial, Species-Rich Wildflower Strips Enhance Pest Control and Crop Yield. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 220: 97-103. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.001>
- Tschumi M, Albrecht M, Entling M.H, Jacot K. 2015: High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proc Biol Sci.* 282(1814):20151369. doi: 10.1098/rspb.2015.1369. PMID: 26311668; PMCID: PMC4571701. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1369>
- Uyttenbroeck R, Hatt S, Paul A, Boeraeve F, Piqueray J, Francis F, Danthine S, Frederich M, Dufrêne M, Bodson B, Monty A. 2016: Pros and cons of flowers strips for farmers. A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 20: 225-235. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.12961>
- Ugrenović V. 2025: Cvetni pojasevi – priručnik za zasnivanje i održavanje na poljoprivrednom zemljištu. Savez za regenerativnu poljoprivredu, Novi Sad, Srbija str. 13. <https://regagrisrbija.rs/wp-content/uploads/2025/08/Dr-Vladan-Ugrenovic-Cvetni-pojasevi.pdf>
- Ugrenović V, Filipović V, Glamočlija Đ, Subić J, Kostić M, Jevđović R. 2012: Pogodnost korišćenja morača za izolaciju u organskoj proizvodnji. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(1): 126-131. <https://doi.org/10.5937/ratpov49-1138>
- Ugrenović V, Filipović V, Jevremović S, Marjanović Jeromela, A, Popović V, Buntić A, Delić D. 2019: Kupusnjače u pokrovnim usevima. *Selekcija i semenarstvo*, 15(2): 1-8. <https://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=0354-58811902001U&lang=sr>
- Ugrenović V, Filipović V. 2017: Cover Crops: Achievement of Sustainability in the Ecological Systems of Agriculture. In: A. Jean-Vasile & D. Nicolò (Eds.) *Sustainable Entrepreneurship and Investments in the Green Economy*, 255-278. IGI Global, USA, 1-339. doi:10.4018/978-1-5225-2075-7.ch009
- Vaupel A, Bednar-Konski Z, Olivera M, Herwig N, Hommel B, Beule L. 2024: Perennial flower strips in agricultural landscapes strongly promote earthworm populations. *npj Sustain. Agric.* 2: 31 <https://doi.org/10.1038/s44264-024-00040-2>
- Venturini E.M, Drummond F.A, Hoshida A.K, Dibble A.C, Stack L.B. 2017: Pollination reservoirs in lowbush blueberry (Ericales: Ericaceae). *Journal of Economic Entomology* 110(2): 333-346. <https://doi.org/10.1093/jee/tow285>
- Zurbuchen A, Landert L, Klaiber J, Müller A, Hein S, Dorn, S, 2010: Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation* 143(3). <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>.
- Winfree R. 2010: The conservation and restoration of wild bees. *Ann N Y Acad Sci.* 1195: 169–197. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05449.x>
- Winfree R, Aguilar R, Vázquez P.D, LeBuhn G, Aizen A.M. 2009: A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. *Ecology* 90(8): 2068-2076. <https://doi.org/10.1890/08-1245.1>
- Wratten D.S, Gillespie M, Decourtye A, Mader E, Desneux N. 2012: Pollinator habitat enhancement: Benefits to other ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 159: 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.06.020>

Flower strips – a new element of agricultural landscapes

Vladan Ugrenović^{1,4}, Vladimir Filipović², Milan Plećaš³,

¹Institute for Soil Science, Belgrade, Serbia

²University of Belgrade, Institute for Multidisciplinary Research, Belgrade, Serbia

³University of Belgrade, Faculty of Biology, Belgrade, Serbia

⁴Association for Regenerative Agriculture of Serbia, Novi Sad, Serbia

*Corresponding author: vladan.ugrenovic@gmail.com

Abstract

Modern agricultural landscapes are highly complex multifunctional systems. They are not only used for food and energy production, but are also expected to provide various ecosystem services within the agroecosystems. Industrial agriculture, which is practised on large areas, has led to increased productivity, but due to its high intensity, it is also responsible for numerous environmental problems. The loss and fragmentation of natural habitats, coupled with the widespread use of pesticides and synthetic fertilizers, as well as the spread of invasive species, have led to the loss of biodiversity. In recent years, there has been a dramatic decline in the abundance and diversity of all groups of wild insect pollinators, including wild bees, hoverflies, butterflies and moths, with many pollinator species being threatened with extinction.

The introduction of flower strips into agricultural landscapes on small areas, can contribute to the creation of new habitats that support existing wild pollinators and promote increases in their abundance and diversity at both local and landscape scales. This practice has also been shown to benefit other beneficial organisms, such as predatory insects, pest parasitoids, birds, and plants – leading to greater species richness and abundance. Such an approach can enhance biodiversity and overall ecosystem functioning, including crop pollination, suppression of pests and invasive weed populations, improved soil fertility through erosion control, and climate change mitigation via carbon sequestration in soils. In this context, flower belts can be used as a multifunctional agronomic tool for increasing functional biodiversity, as well as protecting the quality and function of soil in agricultural areas. The aim of the paper is to analyze the role of flower belts in the improvement of functional biodiversity, as well as the possibility of their application in Serbia.

Keywords: ecosystem services, beneficial insects, pollination, biological control, soil and water protection

Received 08.12.2025

Revised 04.06.2026

Accepted 04.06.2026