

**Renata BAŽOK<sup>1</sup>, Tomislav KOS<sup>1</sup>, Zrinka DRMIĆ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

rbazok@agr.hr

## **VAŽNOST TRČAKA (Coleoptera: Carabidae) ZA BIOLOŠKU STABILNOST POLJOPRIVREDNIH STANIŠTA, OSOBITO U UZGOJU ŠEĆERNE REPE**

### **SAŽETAK**

Trčci (Coleoptera: Carabidae) čine sastavni dio korisne entomofaune poljoprivrednih staništa. Sastav i brojnost vrsta te brojnost jedinki trčaka pokazatelji su biološke stabilnosti poljoprivrednih staništa. Mjerama zajedničke poljoprivredne politike Europska unija potiče i integriranu proizvodnju i mjere očuvanja korisne faune, no ta je problematika malo poznata našoj znanstvenoj i stručnoj javnosti. Zbog intenzivne tehnologije, uzgoj šećerne repe može znatno utjecati na biološku stabilnost poljoprivrednih staništa. Stoga je cilj ovog rada pregledno prikazati životni ciklus najvažnijih vrsta trčaka koje žive na poljoprivrednim staništima u Hrvatskoj te analizirati kako pojedini zahvati koji se primjenjuju u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji ratarskih kultura, a posebice u uzgoju šećerne repe, mogu utjecati na pojedine vrste trčaka. Stalno praćenje brojnosti i sastava faune trčaka omogućilo bi ocjenu učinkovitosti provedenih mjera očuvanja korisne faune. Za tu svrhu bilo bi korisno ustanoviti stalna opažачka polja na kojima bi se fauna trčaka stalno pratila. Kao stalna opažачka polja trebalo bi odabrati polja na kojima se primjenjuje standardna tehnologija proizvodnje i na kojima se kulture izmjenjuju u plodoredu sukladno uobičajenoj praksi.

**Ključne riječi:** bioindikatori, korisna fauna, poljoprivredno stanište, šećerna repa, trčci, uzgojne mjere

### **UVOD**

Korisna fauna skup je životinjskih organizama koji sa stajališta čovjeka imaju izravan ili neizravan pozitivan utjecaj na kulturnu biljku. Osim prirodnih neprijatelja fitofagnih kukaca i oprashača kulturnoga bilja, u korisnu faunu uvrstavaju se i vrste koje djeluju pozitivno na tlo, povećavajući njegovu plodnost i regulirajući vodo-zračne odnose tla (npr. gujavice, por. Lumbricidae). Staništa na kojima je veća brojnost organizama pripadnika korisne faune vrednija su u smislu održivosti i pozitivnog utjecaja na kulturnu biljku. Utjecaj intenzivne tehnologije na poljoprivredna staništa obično se utvrđuje praćenjem odabranih vrsta- bioindikatora. Bioindikatori su organizmi koji svojom prisutnošću na nekom staništu upućuju na njegovu kvalitetu, a koriste se za praćenje promjena u prirodi (Landers et al., 1998). Skokunci (red Collembola), trčci (por. Carabidae, red Coleoptera) i kusokrilci (por. Staphylinidae, red

Coleoptera) skupine su kukaca koje žive u prizemnom sloju tla i plitko ispod površne. Uglavnom su korisni ili kao prirodni neprijatelji štetnih organizama, ili za održavanje plodnosti tla. Svojstva trčaka čine ih pogodnim bioindikatorima pri ocjeni kvalitete poljoprivrednih staništa (Landers et al., 1998., Lindenmayer et al., 2000., Koivula, 2011). Nastanjuju gotovo sve vrste staništa, a često se nalaze na šumskim, travnjačkim, livadnim i poljoprivrednim staništima. U odnosu na ostalu faunu, lakše ih je promatrati i sakupljati. Da bi se uspješno mogle provesti mjere očuvanja korisnih vrsta u agroekosustavu, potrebno je poznavati utjecaj abiotskih i biotskih čimbenika na njihov životni ciklus.

U suvremenoj proizvodnji koja je isključivo tržišno orijentirana, rijetko se vodi briga o korisnoj fauni. Uzrok tome jest nepoznavanje njezine uloge, a i činjenica da se do danas u našoj zemlji većina poljoprivredne proizvodnje provodila prema načelima konvencionalne poljoprivrede, a rjeđa je proizvodnja po načelima integrirane poljoprivredne proizvodnje. Donošenjem Direktive 2009/128/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. (2009/128/EC), Europska je administracija propisala integriranu zaštitu bilja kao osnovu svake poljoprivredne proizvodnje. Mjere očuvanja korisne faune važan su segment integrirane zaštite bilja. U zemljama članicama integrirana zaštita bilja dodatno se do 2013. sufinancirala iz sredstava Europskog fonda za ruralni razvoj (EAFRD). Od 2014. integrirana zaštita bilja postala je obavezatna za sve članice EU i ona se više dodatno ne financira osim u slučajevima dodatnih mjera u integriranoj zaštiti bilja koje nadilaze obvezatne zakonske zahtjeve. Iako je Ministarstvo poljoprivrede u sklopu mjere Agrookoliš-klima Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014.-2020., predvidjelo i dodatno poticanje integrirane proizvodnje, Europska komisija nije prihvatila prijedlog pa će se integrirana poljoprivredna proizvodnja u Hrvatskoj poticati iz nacionalnih sredstava samo još dvije godine, nakon čega će provođenje integrirane zaštite bilja (uključujući očuvanje korisne faune) postati uvjet za ostvarivanje osnovnih plaćanja u poljoprivredi i u RH.

Šećerna repa visoko je dohodovna industrijska kultura. Većini poljoprivrednih gospodarstava ta je kultura vrlo zanimljiva jer njezin uzgoj može dati dobre ekonomske rezultate. Prema podacima iz Statističkog ljetopisa (2013) u Republici Hrvatskoj u 2012. uzgajana je na 23.502 ha, a prosječni prinos korijena bio je 39,1 t/ha. Tehnologija proizvodnje šećerne repe podrazumijeva velik broj zahvata koji mogu negativno djelovati na trčke. Provodi se učestala obrada, intenzivno se suzbijaju korovi i štetnici, a u dijelu vegetacije usjev nije pokriven biljnim pokrovom (biljke repe su male, a korovi se intenzivno suzbijaju).

Cilj ovog rada jest pregledno prikazati životni ciklus najvažnijih vrsta trčaka koje žive na poljoprivrednim staništima u Hrvatskoj te analizirati kako pojedini zahvati koji se primjenjuju u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji ratarskih kultura, a posebice u uzgoju šećerne repe, mogu utjecati na pojedine vrste.

---

**SISTEMATIKA, MORFOLOGIJA I ŽIVOTNI CIKLUS TRČAKA**

Porodica Carabidae jedna je od najbrojnijih i najproučavanijih porodica kukaca. Thiele (1977) navodi podatak o 40.000 vrsta, a noviji podatci (Lawrence, 1998., cit. Holland, 2002) govore o 32.561 vrsta razvrstanih u 1.859 rodova. Iako je porodica Carabidae predmet dugogodišnjih istraživanja, ne postoji jedinstvena podjela na niže sistematske jedinice. Sistematika porodice trčaka zbog primjene molekularnih metoda često se mijenja.

Tijelo je trčaka veliko od 1 mm do 8 cm. Pokrila su hitinizirana obično tamne boje, rebraste strukture, kod nekih vrsta imaju metalni sjaj, a pokrivaju zadak (Vujčić Karlo, 1999). Tri para nogu prilagođeno je za trčanje. Morfološka varijabilnost trčaka unutar porodice uzrokovana je najvećim dijelom prilagodbom na način ishrane. Prema Vujčić-Karlo (1999), postoje tri makromorfološke promjene u trčaka razvijene zbog prilagodbi na način ishrane: 1. Procerizacija je promjena prisutna u vrsta roda *Procerus* Dejean 1821. koje se hrane puževima lomeći njihovu kućicu. Vrste se odlikuju jakim čeljustima. 2. Cihronizacija je prisutna u vrsta roda *Cychrus* Fabricius 1794. koje se također hrane puževima, ali se radi ishrane uvlače u kućicu. Imaju suženu glavu i pronotum. 3. Abaizacija je promjena u vrsta roda *Abax* Bonelli 1810. One se hrane strvinom ili živim plijenom. Pronotum i pokrtilje postavljeni su tako da čine ravnu površinu. Ličinke svih trčaka svijetle su boje oligopodne, izdužene, s velikom glavom i usnim ustrojem za grizenje.

U Europi je većina vrsta trčaka univoltina, iako odrasli mogu preživjeti više od jedne sezone (Thiele, 1977). Za razvoj od jaja do odraslog oblika potrebno je manje od godine dana. Individualni razvoj može trajati i do četiri godine u nepovoljnim uvjetima klime i raspoloživosti hrane (Lövei & Sunderland, 1996). Trčci odlaze jaja pojedinačno ili rjeđe u skupinama često u tlo. Neke vrste traže pukotine ili unaprijed pripremaju komorice za odlaganje jaja (Thiele, 1977). Roditeljska briga u nekih vrsta, osim pažljivog odabira mjesta za odlaganje jaja ili kopanja komorica, ogleda se i u čuvanju jaja i skladištenju hrane za ličinke. Plodnost se kreće od 5 do 10 jaja u ženki koje čuvaju jaja i leglo, ili do nekoliko stotina u ženki koje ih ne čuvaju (Brandmayer, 1983). U svih vrsta trčaka, kao i kod drugih predatora, produkcija jaja vezana je za biotske (količinu hrane, genotip) i abiotske (nedostatak vode, temperatura, tip tla) čimbenike. Temeljem toga da se mnoge vrste razmnožavaju ljeti, Lindroth (1949) uvodi podjelu na vrste koje prezimljuju kao ličinke i vrste koje prezimljuju kao odrasli. Larsson (1939., cit. Holland, 2002) dijeli ih u sljedeće skupine s obzirom na njihov razvoj i razmnožavanje: 1. jesenski tip (razmnožavaju se u jesen i prezimljuju kao ličinke), 2. proljetni tip s jesenskom aktivnošću (prezimljuju kao odrasli, razmnožavaju se u proljeće, a nova je generacija aktivna u jesen prije prezimljenja), 3. proljetni tip bez jesenske aktivnosti (prezimljuju odrasli, u proljeće se razmnožavaju, a nova generacija odraslih nije aktivna do iduće godine). Međutim, budući da se mnoge vrste razmnožavaju ljeti, izraz „jesenski tip“ samo je djelomično točan. Ličinke prolaze tri razvojna stadija, a prije kukuljenja zadržavaju se u posebno izgrađenoj komorici u tlu (Crowson, 1981).

Ličinke nekih vrsta rodova *Harpalus* Latreille 1802. i *Amara* Bonelli 1810. prolaze samo dva stadija. Ličinke brojnih vrsta prolaze kroz faze mirovanja: dijapauzu, hibernaciju ili estivaciju, obično zbog loših vremenskih uvjeta, suše ili nedostatka hrane. Dulji život odraslih češći je u krupnijih vrsta i vrsta jesenskog razvoja (den Boer & den Boer Daanje, 1990).

## EKOLOGIJA TRČAKA

Intenzivnije proučavanje trčaka započinje sredinom dvadesetog stoljeća (Lindroth, 1949). Od svih autora, Thiele (1977) je najbolje opisao njihovu ekologiju na nepoljoprivrednim površinama. Ekologija trčaka još je i važnija na poljoprivrednim površinama, no prvi radovi koji su se bavili tom problematikom objavljeni su krajem 1980-ih godina i kasnije (Holland & Luff, 2000., Kromp, 1989., 1999). Poljoprivredna su staništa nestabilna pa je u takvim uvjetima teže provoditi istraživanja i odrediti sastav, brojnost i distribuciju vrsta. Preživljavanje trčaka na poljoprivrednim i na drugim staništima ovisi o mnogim čimbenicima. S obzirom da je odrasle lakše pratiti, većina istraživanja usredotočena je na njihove potrebe, a manje se zna o potrebama ličinki zbog problema determinacije i nedostatka metoda (Holland, 2002).

Trčci pokazuju znatnu prilagodljivost u pogledu okolišnih čimbenika. Većina vrsta prisutnih na obradivim površinama eurivalentna je, dakle sposobna je prilagoditi se životu u različitim klimatskim uvjetima. Trčci su uglavnom aktivni noću, iako postoje vrste koje su aktivne jedino danju. Vrste metalnoga sjaja češće su aktivne danju ili tijekom toplog razdoblja, a vrste koje prezimljuju kao ličinke aktivne su noću.

Trčci kao edafski organizmi nastanjuju različite slojeve tla. U organogenom sloju provode najveći dio aktivnog dijela života u hvatanju plijena i razmnožavanju. Kreću se trčanjem po površini tla ili hodanjem po hodnicima u dubljim slojevima. Zavlače se u tlo kroz pukotine koje su napravili drugi edafski organizmi. Mehanički sastav tla ima veći utjecaj na vrste koje kopaju same prolaz u tlu, kao što su rodovi *Harpalus* spp. i *Dyschirius* Bonelli 1810. Ako mogu birati, radije biraju lakša tla.

Od svih okolišnih čimbenika, na trčke najviše utječe vlažnost tla (Luff, 1996). Vrste čije se ličinke razvijaju tijekom ljeta biraju vlažnija područja, a vrste koje prezimljuju kao ličinke, radije sušnija područja (Murdoch, 1967). Vлага i mikroklima i u vezi s tim brojnost trčaka i različitost vrsta u tlu, mogu također biti određeni čimbenicima, kao što su vrsta usjeva i zakorovljenost (Holland, 2002). Brojna istraživanja dokazala su veću brojnost trčaka u zakorovljenim usjevima. U cjelini, manje vrsta bira gusti sklop, a većina trčaka radije bira usjeve koji im osiguravaju otvorena staništa gdje prevladavaju više temperature. S tih površina, koje su nestabilne, kreću se na rubove ili u živice (Holland, 2002). Premještanje se događa prije zime, odnosno prije ili tijekom nepovoljnih vremenskih uvjeta koji mogu dovesti do povećane smrtnosti na polju. Fournier & Loreau (2001) s obzirom na distribuciju u poljima, dijele trčke u četiri kategorije: 1. vrste ograničene rubom polja, 2. vrste koje preferiraju rub polja, 3.

vrste koje preferiraju polje i 4. vrste na koje rub polja nema utjecaja. Smrtnost ličinki čini najveći udio u ukupnoj smrtnosti trčaka. Zbog slabe hitinizacije i ograničene mobilnosti, ličinke su osjetljive na desikaciju usjeva, gladovanje, parazite i bolesti (Lövei & Sunderland, 1996). Budući da je hrana ograničavajući čimbenik na poljoprivrednim staništima, ona može imati utjecaj na reproduktivni potencijal trčaka.

## ISHRANA TRČAKA

Morfološke odlike pojedinih vrsta, prvenstveno veličina te oblik i jačina čeljusti, uvjetovane su specifičnim načinom ishrane. Različite klasifikacije trčaka u obzir uzimaju njihove prehrambene navike vezane na vrstu hrane, način ishrane te način konzumiranja plijena (Thiele, 1977).

Tablica 1. Podjela trčaka ovisno o prehrambenim navikama prema Thiele (1977)

| KRITERIJ ZA<br>PODJELU                      | KATEGORIJA                          | OPIS   |
|---|-------------------------------------|--|
| <b>VRSTA HRANE I<br/>NAČIN<br/>PREHRANE</b> | Polifagni predatori                 | Hrane se hranom životinjskog i biljnog podrijetla  |
|   | Oligofagni predatori                | Hrane se s nekoliko vrsta hrane, uglavnom su specijalizirani za puževe, skokunce i gusjenice |
|   | Fitofagni trčci                     | Hrane se biljnim dijelovima  |
| <b>VRSTA<br/>ESENCIJALNE<br/>HRANE</b>      | Karnivori                           |  |
|   | Insektivori                         |  |
|   | Specijalisti za puževe              |  |
|   | Specijalisti za malene člankonošce  |  |
|   | Specijalisti za gusjenice           |  |
|   | Specijalisti za sjeme (granivore)   |  |
|   | Drugi specijalisti (termiti, mravi) |  |
| <b>NAČIN<br/>KONZUMIRANJA<br/>PLIJENA</b>   | Vrste s izvanželučanom probavom     | Hrane se tekućom hranom  |
|   | Vrste bez izvanželučane probave     | Hrane se cjelovitim komadima hrane   |
|   | Vrste s kombiniranom prehranom      | Hrane se tekućom i cjelovitom hranom   |

Hrana koja je dodatak esencijalnoj hrani uključuje ishranu (čišćenje) mrtvim kukcima i biljnim tkivom (ostalim u odnosu na sjeme). Osobito je važan izbor kukaca koji su dodatak esencijalnoj hrani u većine vrsta trčaka. Trčci su proždrljivi kukci, dnevni unos hrane doseže masu jednaku tjelesnoj masi. Zbog velike brojnosti trčaka u poljoprivrednim kulturama logična je mogućnost njihove prehrane nekim štetnicima koji napadaju poljoprivredne kulture (Töft & Bilde, 2002). Seciranjem tisuća jedinki 24 europske vrste trčaka, Hegenveld (1980) je otkrio ostatke lisnih ušiju, pauka, gusjenica, odraslih leptira, ličinki muha, grinja, kornjaša i skokunaca. Misli se da su ličinke više karnivorne nego odrasli. Razlog tome je taj što su odraslima za plodnost i razmnožavanje osim proteina potrebne i dodatne tvari. Primjerice, vrsta trčaka *Pterostichus (Morphnosoma) melanarius* (Illiger 1798) prema Pollet i Desender (1986) hrani se sa 49 vrsta (plijenom) iz različitih porodica kukaca, puževima, gujavicama i sitnim člankonošcima. Specijalisti za sitne člankonošce pouzdano ne konzumiraju nikakvo biljno tkivo. Vrste roda *Harpalus* spp. i *Amara* spp. jesu prije svega granivori. Osim toga oni se hrane kukcima kao dodatkom esencijalnoj hrani. Ličinke se hrane istom vrstom hrane kao i odrasli, dakle, ako je odrasli u grupi specijalista za neki izvor hrane, u istoj je grupi i njegova ličinka. Ličinke se hrane pretežno tekućom hranom.

Distribucija trčaka na poljoprivrednom staništu vezana je uz izbor hrane vezana. Ako na staništu nema izvora esencijalne hrane, ili ako ona nije dovoljno vrijedna, vrste se šire na druga staništa (Töft & Bilde, 2002). Hranidbena vrijednost konzumirane hrane utječe na brzinu razvoja ličinki, plodnost ženki, trajanje života odraslih i drugo. Održavanje populacije i rasprostiranje trčaka po poljoprivrednim staništima ovisno je, dakle, ne samo o izboru nego i o hranidbenoj vrijednosti raspoložive hrane.

Postoje četiri kategorije vrednovanja hrane za ishranu trčaka (Ingerson-Mahar, 2002):

1. hrana visoke vrijednosti (osigurava visoki stupanj preživljavanja, plodnosti i brzinu rasta populacije);
2. hrana srednje vrijednosti (hrana malo iznad negativne vrijednosti za trčke, još uvijek pozitivno djeluje na sve parametre važne za život trčaka);
3. hrana slabe vrijednosti (ona koja nema pozitivnog utjecaja na sve parametre važne za život trčaka i u biti je jednaka gladovanju);
4. hrana toksična za trčke (hrana koja na sve parametre važne za život trčaka utječe gore nego gladovanje);

Zbog primjene raznih agrotehničkih mjera rijetko na nekom poljoprivrednom staništu u populaciji trčaka prevladavaju esencijalni karnivori odnosno štetnici na polju obično nisu esencijalna hrana dominantnoj vrsti trčaka. Upitno je što bi bilo kad korisne faune ne bi bilo uopće i koliko trčci zapravo smanjuju populaciju štetnih kukaca.

## UTJECAJ AGROTEHNIČKIH MJERA NA TRČKE

Agrotehničke mjere u proizvodnji ratarskih kultura imaju primarni utjecaj na bogatstvo vrsta (brojnost i sastav) (Thiele, 1977). Prva od mjera jest odabir

usjeva za sjetvu i plodosmjena. Sastav vrsta trčaka karakterističan je za svaku vrstu usjeva. Usjevi gustog i rijetkog sklopa međusobno se razlikuju u dominantnim vrstama. U usjevu gustog sklopa u odnosu na usjev rijetkog sklopa, više je korisne faune (prema broju vrsta i brojnosti jedinki). Booić (1994., cit. Hance, 2002) navodi da je raznolikost vrsta veća u usjevima koji ranije i dulje pokrivaju tlo nego u kasnije sijanim usjevima rjedeg sklopa.

Plodosmjena ima izniman utjecaj na korisnu faunu tla. Uspoređujući različite sustave ratarenja Lövei (1984) zaključuje da su uvjeti koji prevladavaju u ponovljenoj sjetvi (kukuruz) mnogo prihvatljiviji za zajednicu trčaka, nego oni u plodosmjenu. Trčci koji se razmnožavaju u jesen u polju ponovljene sjetve kukuruza imaju stabilno stanište, a na polju na kojem nakon strnine slijedi okopavina stanište nije stabilno. U tom slučaju osam su mjeseci na golom tlu izloženi grabežljivcima i vremenskim uvjetima te uznemireni obradom tla. Hance i sur. (1990) prate polja kroz tri uzastopne godine da bi utvrdili razlike u zajednici trčaka tijekom plodosmjene: šećerna repa, ozima pšenica, ozimi ječam. Nakon šećerne repe, u kojoj je prosječna brojnost trčaka bila 721 jedinka, bilježe blagi porast u pšenici (prosječno 908 jedinki) i znatan porast u ječmu (prosječno 2313 jedinki) treće godine. Znatan porast populacije ostvaren je jer su pšenica i ječam srodne kulture koje pružaju zajednici trčaka stabilnije stanište u odnosu na šećernu repu koja evidentno ima negativan utjecaj. Sekulić i sur. (1987) najvišu su brojnost trčaka utvrdili ako je predusjev bila pšenica u monokulturi (1,2 jedinice po m<sup>2</sup>), nižu za suncokret (0,7 jedinice po m<sup>2</sup>) i kukuruz (0,4 jedinice po m<sup>2</sup>) te najnižu (0,3 jedinice po m<sup>2</sup>) kad je predusjev bila šećerna repa. Razlike obrazlažu intenzivnom primjenom sredstava za zaštitu bilja u uzgoju šećerne repe.

Prema Hance (2002) međusjev između žetve jedne i sjetve druge kulture može smanjiti negativan utjecaj golog tla na korisnu faunu. Konsocijacije usjeva pokazale su se dobre za povećanje i očuvanje brojnosti trčaka na staništu (Tréfás & Van Lenteren, 2008). Međutim u našim uvjetima nisu česte.

Svaka intervencija u tlo (obrada) i/ili nepotrebno remećenje i gaženje tla može utjecati na sastav, brojnost i raspodjelu trčaka po poljoprivrednom staništu. Duboka obrada najčešće smanjuje brojnost vrsta i brojnost jedinki trčaka (Purvis & Curry, 1984), iako može izazvati i porast brojnosti nekih vrsta. Reducirana obrada tla povećava brojnost trčaka na poljoprivrednom staništu. Jesenska obrada tla desetkuje ličinke i kukuljice vrsta koje imaju jesenski tip razmnožavanja.

Na zakorovljenim poljima korisna fauna ima bolje uvjete nego na golom polju. Sastav korovne flore može utjecati na brojnost trčaka zbog mikroklimatskih uvjeta koje osigurava, ali i zbog činjenice da prisutnost nekih vrsta korova pridonosi poboljšanju vrijednosti hrane. Misli se da suzbijanje korova prema načelima integrirane zaštite bilja, rezultira dominacijom granivornih vrsta trčaka. Nedostaju istraživanja koja bi pratila utjecaj zakorovljenosti šećerne repe ili primjenu smanjenih doza herbicida na trčke. Međutim, prema Purvis & Curry (1984) brojnost trčaka manja je u zakorovljenoj šećernoj repi nego u šećernoj repi čistoj od korova.

Primjena klorpifosa tijekom višegodišnjeg istraživanja sustava gospodarenja na pojedinim parcelama na kojima je između ostalih bila zasijana i šećerna repa negativno je utjecala na brojnost i sastav vrsta trčaka (Holland i sur., 2002). Piretroidi u istom istraživanju nisu imali negativan utjecaj što se tumači činjenicom da su primjenjivani u kasnijim razvojnim fazama šećerne repe pa je zbog veće lisne mase manje insekticida dospjelo na tlo što je umanjilo kontakt s trčcima. U laboratorijskim uvjetima trčci su manje osjetljivi na insekticide. Povećana smrtnost trčaka u polju uvjetovana je negativnim utjecajem insekticida kroz trofičke lance ishrane (trofobioza).

## PROMJENE U POPULACIJI TRČAKA NA POLJOPRIVREDNIM STANIŠTIMA

Brojnost i sastav trčaka kontinuirano se smanjuje od 50-ih godina prošlog stoljeća, kad je počela era intenzivne poljoprivrede, a fluktuacije u brojnosti trčaka na pojedinim staništima kontinuirano se prate kroz dugo razdoblje (Kotze et al., 2011). Tijekom 30 godina kontinuiranog praćenja na poljoprivrednim staništima u Njemačkoj utvrđeno je smanjenje u sastavu populacije trčaka od 50 do 81 %. U istom razdoblju brojnost vrsta smanjila se za 48 do 85 % (Holland, 2002). Prema Basedow (1987) za drastične promjene u visini populacije ili brojnosti vrsta nije potrebno dugo razdoblje. On navodi da je od 1978. do 1983. u odnosu na razdoblje od 1971. do 1978. ulov smanjen za 81 % ako se promatraju omjeri, odnosno za 90 % ako se mjeri biomasa skupljenih kukaca. S druge strane, evidentno se događa izmjena vrsta i sastava, tako neke vrste nestaju s popisa uhvaćenih, a druge se pojavljuju u većem broju. Prema Desender i Turin (1989) najviše nestaju vrste s najslabijom sposobnošću distribucije po staništu. Velike vrste roda *Carabus* Linne 1758. najviše nestaju iz poljoprivrednih staništa, iako imaju bolju sposobnost kretanja na veće udaljenosti nego manje vrste. Projektom „Sussex study“ u Engleskoj od 1970. prate se promjene u populaciji trčaka na poljoprivrednim staništima, najčešće na onima zasijanim pšenicom. Rezultati upućuju na to da je promjena u tehnologiji proizvodnje (sredstva za zaštitu bilja) rezultirala time da su maksimalni ulovi trčaka utvrđeni tijekom 90-ih godina konstantni, ali da predstavljaju oko 33 % maksimalnih ulova koji su bilježeni tijekom 70-ih godina (Holland & Luff, 2000). Smanjenje populacije trčaka najčešće se objašnjava većim unosom agrokemikalija, gubitkom travnih pojaseva za ishranu kukaca i povećavanjem veličine parcela (Fahringer et al., 2014).

## VAŽNOST TRČAKA KAO BIOINDIKATORA STABILNOSTI POLJOPRIVREDNOG STANIŠTA

Standardne metode za mjerenje biološke raznolikosti u agroekosustavu, jasni kriteriji za utvrđivanje razlika između staništa i kriteriji za vrednovanje staništa temeljem prakse gospodarenja i mjera zaštite bilja prijeko su potrebni da bi se mogla ocijeniti učinkovitost mjera očuvanja korisne faune. Trčci kao





---

 ZAHVALA

Ovaj pregledni rad izrađen je u sklopu IPA projekta: „Jačanje suradnje između znanosti, industrije i poljoprivrednih proizvođača: transfer tehnologije za integriranu zaštitu šećerne repe u cilju povećanja prihoda poljoprivrednih proizvođača i smanjenja upotrebe pesticida.“ (2007/HR/16IPO/001-040511) i projekta Hrvatske zaklade za znanost (09/23): „Unaprjeđenja u tehnologiji proizvodnje šećerne repe sukladno načelima integrirane zaštite od štetnika“.

**Pregledni rad**

## SUMMARY

**IMPORTANCE OF GROUND BEETLES (Coleoptera: Carabidae) FOR BIOLOGICAL STABILITY OF AGRICULTURAL HABITAT FOCUS ON CULTIVATION OF SUGAR BEET**

The ground beetles (Coleoptera: Carabidae) are insects that are an integral part of the useful fauna agricultural habitats. The composition and abundance of species and the number of individuals are indicators of biological stability of agricultural habitats. Although measures of the common agricultural policy by the European Union encourages integrated production and conservation measures useful fauna, there is a lack of understanding of these issues in scientific and professional community. Due to the intensive cultivation of sugar beet, its growing can significantly affect the biological stability of the agricultural and surrounding habitats. Therefore, the aim of this study is explain the life cycle of most species of ground beetles occurring in agricultural habitats in Croatia and to analyze how certain procedures to be applied in intensive agricultural production of field crops, especially in the cultivation of sugar beet, can affect individual species. Constant monitoring of the number and composition of the ground beetle fauna would allow the assessment of the effectiveness of implemented conservation measures on useful fauna. For this purpose it would be useful to establish permanent observation sites on which ground beetle fauna shall be permanently monitored. As a permanent observational field should be selected fields to which the standard production technology is applied and where the crop rotation is applied in accordance with the common practice.

**Keywords:** agricultural habitat, beneficial fauna, bioindicators, cultivation practice, ground beetles, sugar beet

## LITERATURA

**Basedow, T.** (1987). Der Einfluß gesteigerter Bewirtschaftungsintensität im Getreidebau auf die Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). Mitt. Biol. Bundesanst Land-Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem 235

**Bažok, R., Kos, T., Igrc Barčić, J., Kolak, V., Lazarević, B., Čatić, A.** (2007). Abundance and distribution of the ground beetles *Pterostichus melanarius* (Illiger), Vol. 15 / Br. 4 ..... 273



- Koivula, M. J.** (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. *ZooKeys* 100: 287-317. doi: 10.3897/zookeys.100.1533
- Kos, T., Bažok, R., Kozina, A., Šipraga, J., Dragić, S., Tičinović, A.** (2010). Ground beetle (Carabidae) fauna at untreated and treated barley fields in Croatia, Pesticides and Beneficial Organisms, IOBC/WPRS Bulletin 55: 79-84.
- Kos, T., Bažok, R., Drmić, Z., Graša, Ž.** (2013). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in sugar beet fields as the base for conservation biological control, Insect pathogens and entomoparasitic nematodes, IOBC/WPRS Bulletin 90: 353-357.
- Kotze, D. J., Brandmayr, P., Casale, A. E., Dauffy, R., Dekoninck, W., Koivula, M. J., Lövei, G. L., Mossakowski, D., Noordijk, J., Paarmann, W., Pizzolotto, R., Saska, P., Schwerk, A., Serrano, J., Szyszko, J., Taboada, A., Turin, H., Venn, S., Vermeulen, R., Zetto, T.** (2011). Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys* 100: 55–148. doi: 10.3897/zookeys.100.1523
- Kromp, B.** (1989). Carabidae beetles communities (Carabidae, Coleoptera) in biologically and conventionally farmed agroecosystems, *Agr. Ecosyst. Environ.* 24, 241-251.
- Kromp, B.** (1999). Carabidae beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agr. Ecosyst. Environ.* 74, 187-228.
- Landres, P. B., Verner, J., Thomas, J. W.** (1998). Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2: 316–328. doi: 10.1111/j.1523-1739.1988.tb00195.x
- Lindenmayer, D. B., Margules, C. R., Botkin, D. B.** (2000). Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology* 14: 941–950. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.98533.x
- Lindroth, C. H.** (1949). Die Fennoskandischen Carabidae. Eine tiergeographische Studie, I. Spezieller Teil. Elanders Botryckeri Aktiebolag, Goteborg, Deutschland, 911 pp.
- Lövei, G. L.** (1984). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in two types of maize fields in Hungary, *Pedobiologia* 26: 57-64.
- Lövei, G. L., Sunderland, K. D.** (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annu. Rev. Entomol.* 41: 231–256.
- Luff, M. L.** (1996). Use of Carabids as environmental indicators in grasslands and cereals. *Ann. Zool. Fenici* 33:185-195.
- Luff, M. L.** (2002). Carabid assemblage Reorganization and Species Composition. U: J.M. Holland: *The Agroecology of Carabid beetles*. Intercept Limited, Andover, Hampshire, UK, 41–81.
- Murdoch, W. W.** (1967). Life history patterns of some British Carabidae (Coleoptera) and their ecological significance. *Oikos*, 18:25-32.
- Pollet, M., Desender, K.** (1986). Prey selection in carabid beetles (Col. Carabidae): are diet activity patterns of predators and prey synchronized? *Meded. Rijksuniv. Gent. Fak. Landbouwk.* 54, 809-822.
- Purvis, G., Curry, J. P.** (1984). The influence of weeds and farmyard manure on the activity of carabidae and other ground-dwelling arthropods in a sugar-beet crop. *Journal of Applied Ecology*, 21:271-283.
- Sekulić, R., Čamprag, D., Kereši, T., Talosi, B.** (1987). Fluctuation of carabid population density in winter wheat fields in the region of Bačka, Northeastern Yugoslavia (1961.-1985.). *Acta. Phytopathol. Hun.* 22, 265-271.

**Statistički ljetopis** (2013). Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo. [http://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/ljetopis/2013/sljh2013.pdf](http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2013/sljh2013.pdf), (pristupljeno 10. siječanj, 2013).

**Tréfás, H., Van Lenteren, J. C.** (2008). Egg-laying-site preferences of *Pterostichus melanarius* in mono and intercrops. *B. Insectol.* 61 (2): 225-231.

**Thiele, H. U.** (1977). Carabid beetles in their environments: A study on habitat selection by adaptations in physiology and behavior, Springer-Verlag, Berlin and New York, 369.

**Toft, S., Bilde, T.** (2002). Carabid and food value. U: J.M. Holland: The Agroecology of Carabid beetles. Intercept Limited, Andover, Hampshire, UK, 81–110.

**Vujčić-Karlo, S.** (1999): Faunističko–ekološka istraživanja trčaka (Carabidae) u različitim šumskim zajednicama Hrvatske. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno–matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 256 str.

**Zhao, Z. H., Shi, P. J., Hui, C., Ouyang, F., Ge, F., Li, B. L.** (2013). Solving the pitfalls of pitfall trapping: a two-circle method for density estimation of ground-dwelling arthropods. *Methods in Ecology and Evolution*, 4 (9): 865–871.