

Frantin, K.¹, Božena Barić²

stručni rad

Uloga ekološke infrastrukture u biološkom suzbijanju poljoprivrednih štetnika

Sažetak

Za razliku od prirodnog ekosustava kojeg karakterizira bogatstvo različitih biljnih i životinjskih vrsta, agroekosustav je uglavnom siromašan vrstama pa mu je time narušena stabilnost. Naime, stabilnost određenog ekosustava najčešće definira njegova bioraznolikost. Poljoprivredna proizvodnja, a posebno proizvodnja u monokulturi i uzgoj višegodišnjih nasada (voćnjaci i vinogradi), rezultira razvojem visokih populacija određenih vrsta štetnika. Da bismo kontrolirali populaciju istih, a time i potencijalne štete, nužno je u proces proizvodnje uvesti prirodne neprijatelje poljoprivrednih nametnika, kao što su predatori i parazitoidi. Ključni je element u podizanju stabilnosti agroekosustava razvoj i njega ekološke infrastrukture koja korisnim organizmima osigurava sklonište, prostor za razmnožavanje, prezimljavanje, ali i osnovni ili dopunski izvor hrane. Ovaj rad prikazuje osnovne elemente ekološke infrastrukture, njezine prednosti i nedostatke te ulogu iste u biološkom suzbijanju štetnih organizama u poljoprivredi.

Ključne riječi: ekološka infrastruktura, bioraznolikost, agroekosustav, prirodni neprijatelji

Ekološka infrastruktura

Temeljni je element uspješne biološke zaštite u suzbijanju štetnih organizama u integriranoj i ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji funkcionalna bioraznolikost. Jedna je od njenih glavnih uloga prevencija i regulacija napadaja značajnih poljoprivrednih nametnika korištenjem njihovih prirodnih neprijatelja, odnosno predatora i parazitoida. Za svoj razvoj i kvalitetno funkcioniranje u nekom agroekosustavu korisna fauna zahtijeva određene uvjete kao što su izvor osnovne ili dopunske hrane, zaštita tijekom nepovoljnih životnih uvjeta te mjesto za reprodukciju i prezimljavanje. Zbog svega navedenog prirodnim neprijateljima treba omogućiti stanište u obliku samonikle ili ciljano uzgajane flore (grmovi, živice, livade, cvjetne trake, šume) i njenih pratećih elemenata (suhozidi, poljske staze i nakupine kamenja) koje nazivamo ekološka infrastruktura. Ekološka infrastruktura može biti smještena unutar proizvodne površine (Slika 8) ili izvan nje (Slika 2).

Svaki ekosustav u prirodi sastoji se od triju bitnih elemenata (proizvođača, potrošača i razlagača) koji međusobno funkcioniraju unutar hranidbenog lanca. Prvu komponentu čine zelene biljke koje osiguravaju hranu za razvoj faune. Druga je komponenta građena u dvije razine. Prvoj razini pripadaju organizmi koji uzimaju biljnu hranu (fitofagi) koji

¹ dipl. ing. agr. **Kristijan Frantin**, Sveučilište u Zadru, Odjel za poljodjelstvo i akvakulturu Sredozemlja, Mihovila Pavlinovića bb, Zadar.

² prof. dr. sc. **Božena Barić**, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Svetošimunska 25.

su s gledišta poljoprivredne proizvodnje štetnici, a drugoj organizmi koji se prethodno navedenim (fitofagima) hrane pa su u tom smislu korisni. U treću skupinu svrstavamo destruktore. Oni razgrađuju mrtvu organsku tvar do anorganske tvari te na taj način omogućuju ponovno kruženje tvari i energije unutar određenog ekosustava. Ako su sve tri komponente zastupljene, govorimo o stabilnom ekosustavu, međutim izostankom samo jedne karike ekosustav gubi svoju stabilnost. S gledišta zaštite bilja, međuodnos štetnih i korisnih organizama svakako je najznačajniji, a posebno u sustavu integrirane i ekološke proizvodnje. Naime, gotovo svaka vrsta poljoprivrednih štetnika ima u prirodi svoje antagoniste ili prirodne neprijatelje koje često nazivamo i korisna fauna. To su najčešće korisni kukci, pauzi, predatorske grinje, ali i ptice te neki sisavci. Oni održavaju prihvatljivu razinu populacije fitofaga, odnosno ne dopuštaju njihovo prenamnožavanje i time omogućuju uspostavu prirodne ravnoteže. Da bi prirodni neprijatelji bili prisutni u dovoljnom broju, a time i učinkoviti u biološkom suzbijanju poljoprivrednih štetnika, moramo im osigurati primjereno stanište. Ekološka infrastruktura predstavlja nekultivirano „divlje“ područje obraslo samoniklom, spontanom, ali i ciljano uzgajanom vegetacijom koje okružuje proizvodnu površinu ili je sastavni dio iste. Prema Boller i sur. (2004.) ekološka infrastruktura najvažnije je oruđe koje u potpunosti iskorištava funkcionalnu biološku raznolikost nekog ekosustava, a posebno je važan element u biološkoj zaštiti bilja. Da bi takvo područje osiguralo adekvatnu raznolikost životinjskih vrsta, njegova optimalna površina u odnosu na proizvodnu (kultiviranu) površinu trebala bi iznositi oko 15%, a minimalno 5%.

Tipovi ekološke infrastrukture

1. Živice

Prema definiciji, živice se sastoje od nekoliko različitih slojeva vegetacije koji uključuju grmove, bočne travnate trake, a ponekad i stabla. Dodatne, odnosno pomoćne komponente mogu biti nakupine kamenja, šikare ili gustiši te suhozidi (Slika 3). S agronomskog gledišta, živice, osim zaštite i izvora hrane za prirodne neprijatelje, osiguravaju zaštitu protiv erozije, pogotovo ako su površine na nagnutim položajima. Predstavljaju vjetrozaštitni pojas, smanjuju eroziju vjetrom i evapotranspiraciju (Boller i sur., 2004). Osim prethodno navedenog, neki autori smatraju da žive ograde umanjuju zanošenje „drift“ kemijskih sredstava za zaštitu bilja i mineralnih gnojiva te djelomično filtriraju inokulum patogenih mikroorganizama i tako smanjuju moguće infekcije kulturnog bilja. Živice su ključna komponenta u bioraznolikosti nekog ekosustava te imaju važnu ulogu prilikom biološkog suzbijanja štetnika jer su



Slika 1. Prirodna živica
(www.durhambiodiversity.org.uk)

bogate prirodnim neprijateljima, a napose grabežljivim grinjama (Altieri, 1991.). Budući da su uglavnom sastavljene od višegodišnjih drvenastih vrsta, predstavljaju izvor plijena ili alternativnog domaćina za prirodne neprijatelje. To je posebno bitno u onim slučajevima kada poljoprivredni štetnici zbog različitog životnog ciklusa u odnosu na prirodne neprijatelje nisu prisutni na kulturnim biljkama (Ponti *i sur.*, 2005.). Živice mješovitog tipa, dakle one u kojim su zastupljene različite vrste grmova i stabala, mogu biti adekvatan izvor hrane tijekom perioda od 5 do 6 mjeseci. Prema Ponti *i sur.*, (2005.) živica sastavljena od Kupine (*Rubus spp.*) važan je domaćin osice *Anagrus epos* Girault koja je parazitoid jaja cvrčka *Erythro-neura spp.* Odrasle Syrphidae pokazuju tendenciju zadržavanja u područjima obraslim prirodnim živicama jer im pružaju zaštitu od jakog vjetra (Lewis, 1965.). Neke vrste drveća i grmlja kao što su; *Prunus spinosa* L., *Euonymus europaeus* L., *Cornus sanguinea* L. i *Crataegus monogyna* Jacq. osim što pružaju sklonište, poboljšavaju reproduktivnu sposobnost kod božjih ovčica (bubamara) kada se iste hrane na cvjetovima prethodno navedenih vrsta (Burgio *i sur.*, 2004.). U prethodnom tekstu prikazana su neka pozitivna obilježja živice, međutim treba spomenuti i neka njihova negativna svojstva. Naime, u vlažnim i hladnim mikroklimatima živice stvaraju sjenu i dodatno povećavaju sadržaj vlage, posebno jutarnje rose. Ako su preblizu proizvodnoj površini, natječu se s usjevom u zoni korijena za vodu i mineralne tvari pa bi stoga udaljenost od nasada trebala iznositi minimalno 5 m. Mogu biti domaćini nekim bolestima, npr. *Juniperus spp.*, patogenoj gljivi koja na kruški uzrokuje bolest Kruškin pikac, dok je *Berberis vulgaris* L. prijelazni domaćin žitnim hrđama. *Lonicera spp.* domaćin je trešnjinoj muhi, a *Prunus spinosa* L. leptiru *Boarmia rhomboidaria* Schiff., štetniku na vinovoj lozi. Živice smanjuju proizvodnu površinu koja je u poljoprivrednoj proizvodnji ionako nedostatna u odnosu na neproizvodnu. Prema preporukama IOBC-a (International organization for biological and integrated control of noxious animals and plants), ekološka bi



Slika 2. Prirodne živice (foto Franin)



Slika 3. Suhozid (foto Franin)

sklonište, poboljšavaju reproduktivnu sposobnost kod božjih ovčica (bubamara) kada se iste hrane na cvjetovima prethodno navedenih vrsta (Burgio *i sur.*, 2004.). U prethodnom tekstu prikazana su neka pozitivna obilježja živice, međutim treba spomenuti i neka njihova negativna svojstva. Naime, u vlažnim i hladnim mikroklimatima živice stvaraju sjenu i dodatno povećavaju sadržaj vlage, posebno jutarnje rose. Ako su preblizu proizvodnoj površini, natječu se s usjevom u zoni korijena za vodu i mineralne tvari pa bi stoga udaljenost od nasada trebala iznositi minimalno 5 m. Mogu biti domaćini nekim bolestima, npr. *Juniperus spp.*, patogenoj gljivi koja na kruški uzrokuje bolest Kruškin pikac, dok je *Berberis vulgaris* L. prijelazni domaćin žitnim hrđama. *Lonicera spp.* domaćin je trešnjinoj muhi, a *Prunus spinosa* L. leptiru *Boarmia rhomboidaria* Schiff., štetniku na vinovoj lozi. Živice smanjuju proizvodnu površinu koja je u poljoprivrednoj proizvodnji ionako nedostatna u odnosu na neproizvodnu. Prema preporukama IOBC-a (International organization for biological and integrated control of noxious animals and plants), ekološka bi

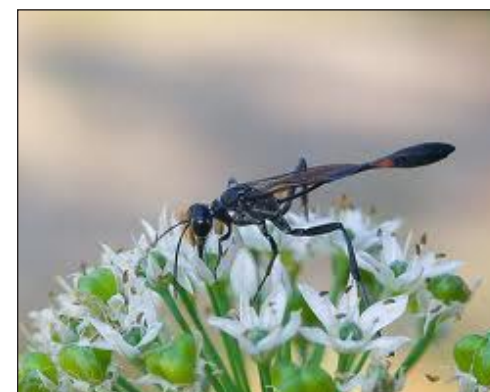


Slika 4. Livada - voćnjak (www.flickr.com)

infrastruktura trebala iznositi najmanje 5% od ukupne površine pod kulturom (Boller, 2004.).



Slika 5. Traka divljeg cvijeća u nasadu (morequail.blogspot.com)



Slika 6. Parazitska osica (www.flickr.com)



Slika 7. Cvjetna traka unutar vinograda - ciljano uzgajana (www.illustrationsource.com)

2. Livade

To su površine bogate raznim jednogodišnjim, dvogodišnjim ili višegodišnjim zeljastim biljnim vrstama (Slika 4.). Livade se održavaju košnjom, uglavnom jednom godišnje. Ne gnoje se niti tretiraju bilo kakvim sredstvima za zaštitu bilja, što omogućuje normalno funkcioniranje faune koja na livadama živi. Mogu biti samostalne ili u kombinaciji s višegodišnjim kulturama, npr. voćnjakom, uglavnom ekstenzivnog tipa uzgoja.

3. Cvjetne trake

Predstavljaju dio proizvodne površine „ledina“ koji je tijekom više godina obrastao divljim, samoniklim ili ciljano sijanim cvjetnicama. U današnje vrijeme na tržištu postoje već pripremljene mješavine raznih biljnih vrsta pogodnih za formiranje cvjetnih traka, što se uostalom i preporučuje. Proizvođač dakle može sam ciljano uzgajati one biljne vrste koje su posebno značajne u privlačenju i zadržavanju korisnih organizama (Slika 7.). Njihova uloga je privući, pružiti zaštitu i osigurati hranu prirodnim neprijateljima poljoprivrednih štetnika kao što su; parazitske osice, predatorske stjenice, božje ovčice, mrežokrilke i sl. Prema Cloyd *i sur.* (2004.) cvjetovi bijele (Slika 6.) ili žute bolje puno su atraktivniji prirodnim neprijateljima od cvjetova ostalih boja. Nadalje, važnu ulogu u privlačenju parazitoida i nekih predatora ima i morfološka građa cvijeta. One biljke čija je cvjetna građa kompaktilna s usnim aparatom odraslih kukaca koji se njima hrane, puno su povoljniji izvori peludi i nektara jer uglavnom imaju izložene i lako dostupne nektarije te kukac može jednostavno

doprijeti do istih. Nektar bogat ugljikohidratima osigurava energiju, a pelud hranjive tvari koje su važne za proizvodnju jaja i fertilitet kod nekih vrsta parazitskih osica (Jervis *i sur.*, 1996.). Neke vrste predatorskih stjenica (*Orius niger* Wolff, *Nabis pseudoferus* Remane i *Nabis punctatus* Costa) posebno privlače sljedeće biljke: divlju mrkvu, lucernu i smiljkitu roškastu (Limonta *i sur.*, 2004.). Mnogi prirodni neprijatelji aktivni su samo u obliku imaga i samo u određenim periodima tijekom vegetacijske sezone. Stoga je posebno važno osigurati biljnu mješavinu s relativno dugim periodom cvatnje. Trake samoniklog cvijeća mogu biti formirane i na rubu proizvodne površine, ali u tom slučaju najmanje 3 m udaljene od iste da bi izbjegli kontaminaciju zanošenjem kemijskih sredstava za zaštitu bilja (Boller *i sur.*, 2004.). Ne gnoje se, a košnja se obavlja povremeno unutar nekoliko godina. Osim prethodno navedenih pozitivnih svojstava, cvjetne trake imaju i neke negativne karakteristike kao što su povremeno mogući problemi s invazivnim korovnim vrstama i puževima. Popis nekih od biljnih vrsta koje se preporučuju za formiranje cvjetne trake dat je u tablici 1.

Tablica 1. Neke od preporučenih biljnih vrsta za formiranje cvjetnih traka

Porodica	Vrsta (Latinski)	Vrsta (Hrvatski)
Apiaceae	Daucus carota L.	divlja mrkva
	Carum carvi L.	kim
	Foeniculum vulgare Miller	koromač
	Pastinaca sativa L.	divlji pastirnjak
Asteraceae	Achillea millefolium L.	stolisnik
	Anthemis arvensis L.	poljski prstenak - jarmen
	Centaurea cyanus L.	modri razlićak
	Cichorium intybus L.	radič
	Matricaria chamomila L.	kamilica
	Tanacetum vulgare L.	vrtić
Brassicaceae	Barbarea vulgaris R. Br.	obična repnica
	Brassica spp.	-
	Lobularia maritima L.	alisum - rušeljka
	Sinapis arvensis L.	poljska gorušica
Caryophyllaceae	Silene alba (Miller) Krause	bijela pušina
Clusiaceae	Hypericum perforatum L.	gospina trava
Fabaceae	Melilotus albus Desr.	bijeli kokotac
	Medicago sativa L.	lucerna
	Vicia spp.	grahorica
Papaveraceae	Papaver rhoeas L.	mak
Polygonaceae	Fagopyrum esculentum Moench	heljda



Slika 8. Zatravljeni vinograd - održavan košnjom (foto Franin)



Slika 9. Zatravljeni voćnjak (www.rodalinstitute.org)

za zatravljivanje višegodišnjih nasada koja privlači *Syrphidae* te neke vrste parazitskih osica iz obitelji *Scoliidae* i *Tiphidae*. U kalifornijskim vinogradima heljda posebno privlači parazitske osice roda *Anagrus spp.* koji su jajni paraziti nekih štetnih cikada vinove loze. Osim toga nadzemni biljni pokrivač pruža sklonište predatorskim stjenicama roda *Geocoris* (Bugg *i sur.*, 1990.). Altieri *i sur.*, (2005.) donose rezultate istraživanja iz kanadskih voćnjaka jabuke prema kojima je 4 do 18 puta više štetnika parazitirano kada unutarnju ekološku infrastrukturu istog čine biljne vrste poput divlje mrkve, pastirnjaka i predstavnika roda *Ranunculus*.

5. Rubni dio proizvodne površine

Rubni dio proizvodne površine ima važnu ulogu u održavanju stabilnosti nekog agroeko-

4. Travnati pokrivač u nasadu višegodišnjih kultura (voćnjaci i vinogradi)

Zeleni pokrivač u vinogradu ili voćnjaku predstavlja svojevrsnu unutarnju ekološku infrastrukturu te ima višestruku funkciju (Slika 8). Osim što privlači i akumulira faunu korisnih organizama, obogaćuje tlo organskom tvari, smanjuje negativni učinak erozije ako se nasad nalazi na nagnutoj površini, sprječava gubitak vlage iz tla, a ovisno o vrsti biljnog pokrova, npr. biljke iz porodice *Fabaceae*, može fiksirati dušik iz zraka. Takve se površine održavaju košnjom prilikom koje je preporučljivo koristiti horizontalne kosilice umjesto rotacionih jer se na taj način najmanje šteti korisnim organizmima koji se zadržavaju neposredno iznad površine tla, npr. pauzi (*Aranea*), trčci (*Carabidae*) i neke vrste stjenica (Heteroptera). Bitna je i visina otkosa koja bi trebala iznositi najmanje 8 cm, iako bi bilo optimalno od 10 do 12 cm visine (Boller *i sur.*, 2004.). U svom istraživanju Bugg i Dutcher (1989.) navode heljdu (*Fagopyrum esculentum* Moench) kao pogodnu vrstu



Slika 10. Rubni dio proizvodne površine maslinika (foto Franin)

sustava. Naime, uvjeti na rubovima polja naklonjeni su kako fitofagima tako i entomofagima. Rubni dijelovi mogu poslužiti kao mjesto prezimljavanja i dopunskog izvora hrane. Isto tako mogu pružiti sklonište tijekom nepovoljnih vremenskih uvjeta, ali i zaštitu prilikom tretiranja proizvodne površine insekticidima. U Njemačkoj je parazitiranost repičinog sjajnika (*Meligethes aeneus* Fabricius) 50% veća na rubovima usjeva nego u sredini (Altieri, 2005.). Stoga treba izbjegavati bilo kakvo tretiranje i zagađivanje rubnih područja pesticidima, otpadom i drugim kemikalijama jer u protivnom uništavamo prirodni sastav korisnih organizama. Postoji rašireno mišljenje kako su rubovi polja izvor korovnih vrsta, međutim biljke koje čine vegetaciju poljskih margina uglavnom ne naseljavaju proizvodnu površinu kao što to korovi u pravom smislu riječi čine (Tshernyshev, 2006.).

6. Neobrađena površina (ugar)

Ugar ili odmor tla sastavni je element plodoreda. Osim tzv. crnog ugara koji pretpostavlja nezasijano, odnosno samo obrađeno tlo, postoji i zeleni ugar, dakle površina zasijana određenim biljnim vrstama, uglavnom krmnim. Bitno je da u sastavu flore budu zastupljene biljke koje brzo razvijaju zelenu masu i sprječavaju zakorovljivanje površine. U tom slučaju prednost dajemo biljkama kao što su heljda ili lucerna te nekim drugim vrstama mahunarki. Takve se površine zasijavaju od rujna do travnja, a kose isključivo od listopada pa do ožujka. Ne gnoje se, a herbicidi se primjenjuju ako postoje problemi s korovima. Osim ciljanog uzgoja određenih vrsta, neobrađenu površinu možemo prepustiti samonikloj flori, što se posebno preporučuje na hranjivima siromašnim tlima (Slika 11.). Za razliku od ostalih tipova ekološke infrastrukture, ugar već prvu godinu pokazuje rezultate u smislu privlačenja velikog broja pauka, korisnih kukaca (predatorske stjenice i trčci) te ptica i manjih sisavaca. Negativna karakteristika može biti porast populacije puževa i miševa (Boller *i sur.*, 2004.).



Slika 11. Oranica prepuštena samonikloj flori (foto Franin)

Zaključak

Ekološka infrastruktura predstavlja temeljni element uspješnog korištenja prirodnih neprijatelja (predatora i parazitoida) u održavanju populacije poljoprivrednih štetnika u tolerantnom broju. Ovaj rad navodi osnovne tipove i karakteristike ekološke infrastrukture, odnosno njezine prednosti i nedostatke. Koristeći prednosti ekološke infrastrukture u uzgoju kulturnog bilja nećemo u potpunosti riješiti problem štetnih organizama u poljoprivredi, ali možemo uspješno nadzirati njihovu populaciju, reducirati uporabu kemijskih sredstava za zaštitu bilja, očuvati okoliš te proizvesti zdrave i kvalitetne proizvode.

Literatura

- Altieri, M. A. (1991.): How best can we use biodiversity in agroecosystems, *Outlook on Agriculture*, 20: 15-23.
- Altieri, M. A., Nicholis Clara, I., Fritz Marlene, A. (2005.): *Manage Insects On Your Farm - A Guide to Ecological Strategies*, Beltsville, MD. USA.
- Boller, E. F., Häni, Fritz, Poehling, Hanz-Michael (2004.): *Ecological Infrastructures - Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level*.
- Bugg, R.L., Dutcher, J.D. (1989.): Warm - season cover crops for pecan orchards: horticultural and entomological implications. *Biol. Agr. Hort.* 6:123 - 148.
- Bugg, R.L., Phatak, S.C., Dutcher, J.D. (1990.): Insect associated with cool - season cover crops in southern Georgia: Implications for pest control in the truck - farm and pecan agroecosystems. *Biol. Agri. Hort.* 7:17 - 45.
- Burgio, G., Ferrari, R., Pozzati, M., Boriani, L. (2004.): The role of ecological compensation areas on the predator populations: an analysis on biodiversity and phenology of Coccinellidae (Coleoptera) on non - crop plants within hedgerows in Northern Italy, *Bulletin of Insectology* 57 (1): 1-10, 2004, ISSN 1721-8861
- Cloyd, R. A., Nixon, P. L., Pataky, Nancy R. (2004.): *IMP for Gardeners - A Guide to Integrated Pest Management*, Cambridge, UK.
- Jervis, M. A., Kidd, N. A. C., Hemipel, G. E. (1996.): Parasitoid adult feeding behaviour and biocontrol - a review. *Biocontrol News and Information* 17(1): 11N-26N.
- Lewis, T. (1965.): The effects of an artificial windbreak on the aerial distribution of flying insects. *Annals, Applied Biol.* 55: 503-512.
- Limonta, L., Dioli, P., Bonomelli, N. (2004.): Heteroptera on flowering spontaneous herbs in differently managed orchards, *Boll. Zool. Agr. Bachic. Ser. II*, 36 (3): 355-366.
- Ponti, L., Ricci, C., Veronesi, F., Torricelli, R. (2005.): Natural hedges as an element of functional biodiversity on agroecosystems: the case of a Central Italy vineyard, *Bulletin of insectology* 58 (1): 19-23, 2005 ISSN 1721-8861
- Tshernyshev, W. B. (2006.): Ways to support a natural self-regulation in agrolandscape, *Landscape Management for Functional Biodiversity, IOBC wprs Bulletin Vol. 29 (6) 2006*, pp. 133-136.

professional paper

The role of ecological infrastructure in biological control of agricultural pests

Summary

Unlike the natural ecosystem which is characterized by the richness of different plant and animal species, agroecosystem is usually poor and it has thus undermined stability. Namely, the stability of a particular ecosystem usually defines its biodiversity. Agricultural production, especially production in monoculture and cultivation of perennial crops (orchards and vineyards) results in the development of high populations of certain species of pests. In order to control its population, and therefore the potential damage, it's essential to introduce the natural enemies of agricultural pests such as predators and parasitoids in the production process. The key element in increasing the stability of the agroecosystem is the development of its ecological infrastructure, which provides useful organisms with a shelter, space for reproduction, overwintering and primary or supplemental source of food. This paper presents the basic elements of environmental infrastructure, its advantages and disadvantages and its role in the biological control of harmful organisms in agriculture.

Key words: ecological infrastructure, biodiversity, agroecosystem, natural enemies