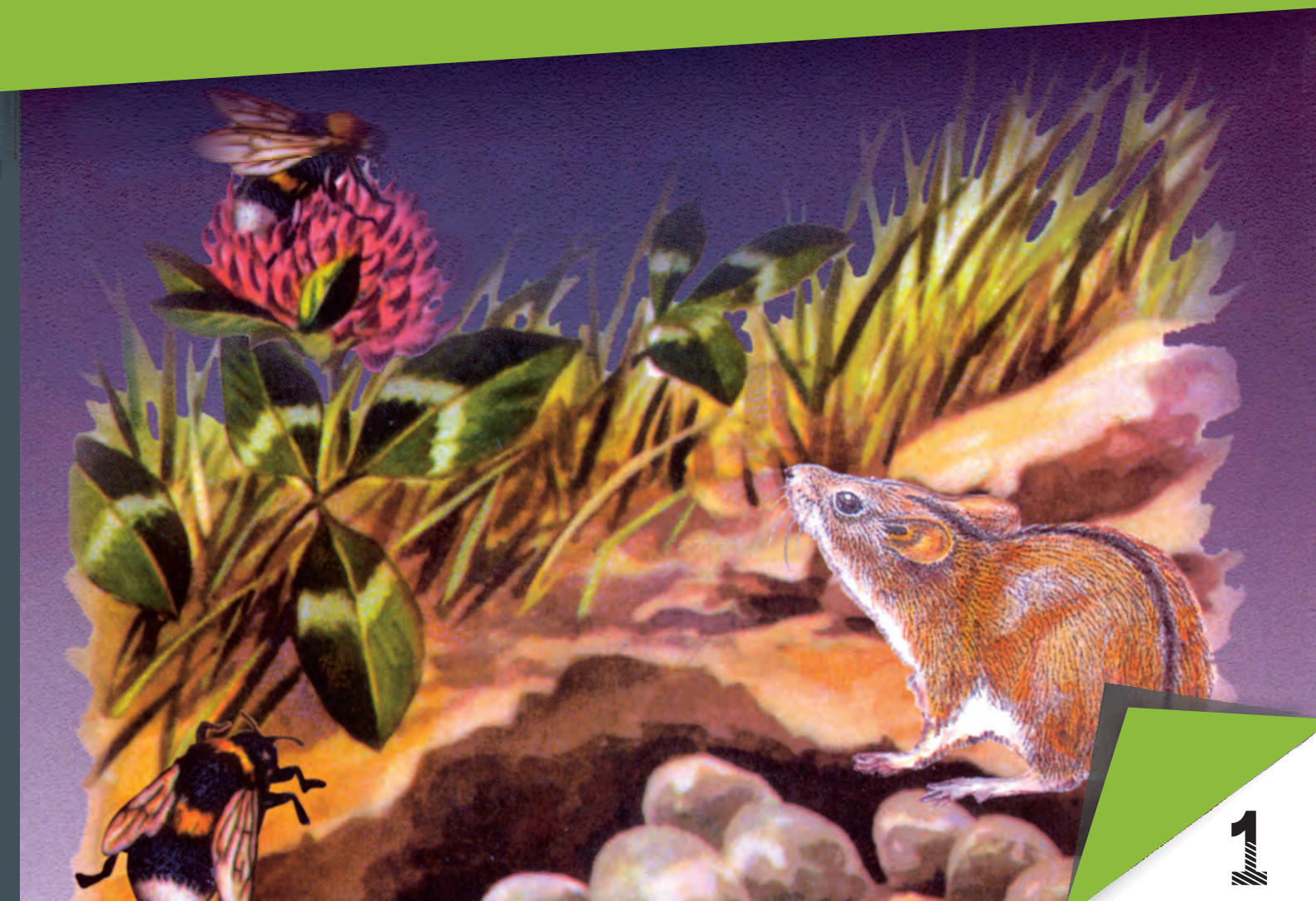
UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

ZOOEKOLOGIJA

Nada Đukić
Stevan Maletin
Aleksandra Petrović



1

Dr Nada Đukić
Dr Stevan Maletin
Dr Aleksandra Petrović

ZOOEKOLOGIJA

UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

NOVI SAD, 2018

EDICIJA OSNOVNI UDŽBENIK

Osnivač i izdavač edicije
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 8,
21000 Novi Sad

Godina osnivanja
1954.

Glavni i odgovorni urednik edicije
Dr Nedeljko Tica, redovni profesor,
dekan Poljoprivrednog fakulteta

Članovi komisije za izdavačku delatnost
Dr Ljiljana Nešić, redovni profesor – predsednik
Dr Branislav Vlahović, redovni profesor – član
Dr Milica Rajić, redovni profesor – član
Dr Nada Plavša, vanredni profesor – član

CIP – Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

591.5(075.8)

ЂУКИЋ, Нада
Zooekologija [Elektronski izvor] / Nada Đukić, Stevan Maletin, Aleksandra Petrović. – Novi Sad : Poljoprivredni fakultet, 2017

Način dostupa (URL): http://polj.uns.ac.rs/sr/node/15. – Opis zasnovan na stanju na dan 20.6.2017. – Nasl. s naslovnog ekrana. – Rečnik ekoloških pojmova: str. 145-154. – Bibliografija. – Registri.

ISBN 978-86-7520-419-0

1. Малетин, Стеван 2. Петровић, Александра
а) Зооекологија

COBISS.SR-ID 315311111

Za izdavača

Dekan Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu prof. dr Nedeljko Tica

Autori

Dr Nada Đukić

redovni profesor na predmetu Poljoprivredna zologija sa ekologijom,

Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Dr Stevan Maletin

redovni profesor na predmetu Zologija sa ekologijom,

Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Dr Aleksandra Petrović

Poljoprivredna, veterinarska i medicinska zoologija

Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Lektor

Vera Vasilić

Korektor

Autori

Tehnički urednik

Vladislav Vojnić Hajduk

Recenzenti

Akademik Dušan Čamprag

Prof. dr Slobodan Glumac

Prof. dr Jelena Bogojević

Prof. dr Dragan Kataranovski

Prof. dr Tatjana Kereši



Ovaj udžbenik iz zooekologije za studente poljoprivrednih fakulteta posvećen je s dubokim poštovanjem dr VLASTI PUJIN, *redovnom profesoru Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu u penziji u znak tople zahvalnosti za sve ono što je kao pedagog i naučnik uradila na obrazovanju studenata i podizanju naučnog podmlatka.*

AUTORI

Dr VLASTA PUJIN, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu u penziji, rođena je u Karlovcu (Hrvatska). Diplomirala je 1952. godine na Grupi za biologiju PMF-a u Beogradu. Doktorirala je 1965. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu sa tezom pod naslovom „Prilog proučavanju ishrane i tempa porasta ribnjačkog šarana (*Cyprinus carpio* L.) sa naročitim osvrtom na odnos prirodne i dodatne hrane u crevnom sadržaju". Tokom 1945. godine je bila u Bugarskoj kao vaspitač jugoslovenske dece. Po povratku se zaposlila u Povereništvu za prosvetu u Novom Sadu, kao referent za vanškolsko vaspitanje. Posle diplomiranja je radila u Višoj gimnaziji u Somboru. U jesen 1955. godine prelazi u Novi Sad na Višu gimnaziju „Dura Daničić", a zatim po potrebi službe, u Osmogodišnju školu „Đorđe Natošević". Od 1959. do 1961. godine je radila u stanici za ribarstvo AP Vojvodine u Novom Sadu. Na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, za predmet Poljoprivredna zoologija, izabrana je u zvanje asistenta 1961, docenta 1966, vanrednog profesora 1972, a redovnog 1978. g. Godine 1976. prelazi, zajedno sa svojim saradnicima, u Institut za biologiju PMF-a. Predavala je studentima Poljoprivrednog fakulteta predmete Poljoprivredna zoologija (Odsek za stočarstvo) i Poljoprivredna zoologija sa ekologijom (Odsek za zaštitu bilja), kao i studentima biologije na PMF-u predmete Hidrobiologija, Ihtiologija i pojedina poglavlja u okviru predmeta Zaštita životne sredine. Na magistarskim studijama Odseka za biologiju PMF-a, oblast taksonomija, predavala je predmet Taksonomske metode. Takođe je predavala na poslediplomskim studijama hidrobiološkog smera na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Sada je angažovana na predmetu Biološki principi I u okviru magistarskih studija za inženjere zaštite životne sredine Centra za univerzitetske studije u Novom Sadu (TEMPUS).

Naučno-istraživački i stručni rad prof. Pujin obuhvata oblasti iz fundamentalne i aplikativne zoologije, posebno hidrobiologije i ihtiologije. Dosada je objavila više od sto naučnih i stručnih radova i učestvovala na naučnim skupovima u zemlji i inostranstvu sa preko pedeset saopštenja. Koautor je sledećih univerzitetskih udžbenika: *Štetočine u biljnoj proizvodnji I i II, Štetočine u skladištima, Sistematika invertebrata sa praktikumom* (I deo), *Poljoprivredna zoologija za studente stočarskog smera* (skripta). Takođe je napisala udžbenike za srednje i osnovno obrazovanje (*Hidrobiologija, Biologija za III godinu osnovnog obrazovanja i vaspitanja odraslih, Biologija za VI i VII razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja*). Prof. dr VLASTA PUJIN je bila direktor Instituta za zaštitu bilja „Dr Pavle Vukasović" Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu i Instituta za biologiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu. Bila je veoma angažovana kao delegat i član Izvršnog odbora Samoupravne interesne zajednice za naučni rad Vojvodine i kao predsednik Koordinacionog odbora za obrazovanje i kadrove Privredne komore Vojvodine. Bila je dugogodišnji predsednik Pokrajinskog odbora pokreta „Nauku mladima", kao i predsednik Nacionalnog komiteta u okviru Internacionalne zajednice za istraživanje Dunava i pritoka. Član je više domaćih i međunarodnih naučnih i stručnih društava. Nosilac je Ordena zasluge za narod sa srebrnim vencem, Ordena rada sa srebrnim vencem, Zlatne plakete „Boris Kidrič" i Oktobarske nagrade grada Novog Sada za doprinos u obrazovanju i nauci.

Novi Sad, maj 1997. *Autori*

PREDGOVOR

Ekologija je nauka koja spada među najkompleksnije i najznačajnije oblasti čovekovog interesovanja i ljudske delatnosti uopšte. Velika zainteresovanost za ovo područje je povezana sa mogućnostima ekologije da sagleda prirodu kao celinu sa svim njenim interakcijama. Ekološka saznanja otkrivaju neophodna uputstva za očuvanje postojeće biosfere.

U ovom udžbeniku izloženi su osnovni principi ekološke nauke sa pokušajem da se obuhvate nivoi od populacije do ekosistema. Fundamentalni i aplikativni aspekti u ovom tekstu prikazuju vezu odgovarajućih ekoloških principa u autohtonim i antropogenim ekosistemima (agroekosistem).

Udžbenik *Zooekologija* je u prvom redu namenjen studentima zaštite bilja, zatim studentima ostalih srodnih odseka Poljoprivrednog fakulteta, ali i kao pomoćno štivo na magistarskim studijama ovih odseka u proučavanju problema zaštite životne sredine. Prema mišljenju prof. dr SLOBODANA GLUMCA, jednog od recenzenata, ova knjiga može uspešno koristiti kao pomoćna literatura i studentima biologije Prirodno-matematičkog fakulteta.

Knjiga je zasnovana na prvom našem udžbeniku iz ekologije životinja S. STANKOVIĆA, zatim na pojedinim poglavljima udžbenika *Štetočine u biljnoj proizvodnji I i II* P. VUKASOVIĆA i sar. kao i na višegodišnjim predavanjima prvog autora koja su pripremana za studente zaštite bilja Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu iz predmeta Poljoprivredna zoologija sa ekologijom. Većina priloga preuzeta je iz udžbenika S. STANKOVIĆA (1962) i R. KASTORIJA (1995), knjiga C.R.W. SPEDDING-a (1975) i R. BREWER-a (1994), zatim monografija NONVEILLER-a (1960), ČAMPRAGA (1973, 1976, 1980, 1994), i KATIĆA i sar. (1979), kao i naučnih radova (MIHAJLOVIĆ i ACS 19845/85, HORVATOVIĆ i sar. 1986, MA i sar. 1987, GLUMAC i RUŠKUC 1990, GRUBOR-LAJŠIĆ i sar. 1991, SEKULIĆ. 1976, SEKULIĆ i sar. 1987, 1989, 1997. i BANOVAČKI i sar. 1996).

Velik broj naših kolega je na direktan ili indirektan način, kroz kraću ili dužu saradnju, pomogao pri izradi ove knjige. To se pre svega odnosi na kolege: BOGOLJUBA BOGDANOVIĆA, GORDANU GRUBOR-LAJŠIĆ, VLADIMIRA HADŽIĆA, ANĐELKU HORVATOVIĆ, ALEKSANDRA IVANCA, ĐORĐA JANJIĆA, ZLATU JANJIĆ, DRAGANA KATARANOVSKOG, TATJANU KEREŠI, MILICU MATAVULJ, DRAGUTINA MIHAJLOVIĆA, MIHALJA MIKEŠA, DUŠANA PETRIĆA, IVU SAVIĆA, ŽIVKA STANKOVIĆA, SLOBODANKU STOJANOVIĆ, JOSIPA ŠMITA, VLASTU PUJIN, RADOSAVA SEKULIĆA, MIRJANU VUČKOVIĆ i MARIJU ZGOMBU. Svima njima, ali i mnogima drugima koji nisu posebno navedeni, dugujemo iskrenu zahvalnost za niz sugestija koje su nam koristile u poboljšanju sadržaja i teksta ovog rukopisa.

Takođe se zahvaljujemo BRANKU MILJANOVIĆU, NENADU MILJANOVIĆU, IVANI TEODOROVIĆ i RADIČU MIJATOVIĆU za tehničku pomoć u pripremi teksta za štampu.

Posebno smo blagodarni recenzentima akademiku DUŠANU ČAMPRAGU, prof. dr SLOBODANU GLUMCU i prof. dr JELENI BOGOJEVIĆ, koji su svojim korisnim savetima doprineli povećanju kvaliteta ovog udžbenika.

Novi Sad, maj 1997. *Autori*

SADRŽAJ

UVOD 13
ISTORIJA EKOLOGIJE 13
Razvoj ekološke misli u svetu 13
Razvoj ekološke misli u našoj zemlji 14
Savremeni pravci razvoja ekologije 16
EKOLOGIJA ŽIVOTINJA 17
DEFINICIJA I OSNOVNI POJMOVI 17
JEDINSTVO ŽIVOG SVETA I SREDINE. POJAM BIOSFERE 17
BIOTIČKI SISTEMI BIOSFERE 17
USLOVI ŽIVOTA I POJAM EKOLOŠKIH FAKTORA 18
EKOLOŠKA VALENCA 18
KOMPLEKS EKOLOŠKIH FAKTORA I PRAVILO MINIMUMA 19
ŽIVOTNO STANIŠTE I POJAM BIOTOPA 19
ŽIVOTNA FORMA 19
EKOLOŠKA NIŠA 20
ABIOTIČKI FAKTORI 21
KLIMATSKI FAKTORI 21
Toplota 21
Temperatura i preživljavanje 24
Temperatura i ishrana 25
Dejstvo temperature na razmnožavanje i razviće 25
Delovanje ekstremnih temperatura 27
Svetlost 31
Voda 34
Vazdušni pokreti 40
Zajedničko dejstvo klimatskih faktora 41
Ekološki optimum 42
Klimatogrami 42
Pojam makroklime, mikroklime i ekoklime 44
Klimatske oblasti 45
FENOLOŠKE POJAVE 45
FAZA MIROVANJA 46
DIJAPAUZA 46
KLIMATSKA PRAVILA 47
EDAFSKI FAKTORI 48
Pojam zemljišta 48
Fizičke osobine zemljišta 48

Temperatura, vlažnost, svetlost i hemizam zemljišta 50
Temperatura 50
Vlažnost 52
Svetlost 54
Hemizam 55
HEMIZAM VAZDUŠNE I VODENE SREDINE 56

BIOTIČKI FAKTORI 59

EKOLOGIJA POPULACIJE 63
DEFINICIJA POPULACIJE I NJENE KARAKTERISTIKE 63
GUSTINA POPULACIJE 63
PROSTORNI RASPORED 65
NATALITET, FEKUNDITET I FERTILITET 67
MORTALITET 68
UZRASNA STRUKTURA 69
RAST, POTENCIJAL I ODRŽAVANJE POPULACIJE 70
FAKTORI KRETANJA ŽIVOTINJSKIH POPULACIJA 76
Abiotički faktori 76
Biotički faktori 78
POPULACIONE TEORIJE 80

ŽIVOTNA ZAJEDNICA 83
STRUKTURA ŽIVOTNE ZAJEDNICE 83
ODNOSI ISHRANE 87

EKOSISTEM 93
KRUŽENJE MATERIJE U EKOSISTEMU 96
Kruženje ugljenika 96
Kruženje azota 97
Kruženje kiseonik 97
TOK ENERGIJE KROZ EKOSISTEM 97
INTEGRISANOST I RAVNOTEŽA EKOSISTEMA 100
KLASIFIKACIJA EKOSISTEMA 101

PROMENE U EKOSISTEMU POD UTICAJEM ANTROPOGENOG FAKTORA 103

AGROEKOLOGIJA 107
AGROBIOTOP 107
AGROBIOCENOZA 107
AGROSINUZIJA 108
AGROEKOSISTEM 108

OSNOVNE KARAKTERISTIKE I ODRŽAVANJE AGROEKOSISTEMA 115
AGROTEHNIČKE MERE 115
Obrada zemljišta 115
Setva 117
Struktura setve 118
Plodored 119
Đubrenje 121
Navodnjavanje 122

Uništavanje korova 124
Berba i žetva 126
BIOLOŠKA KONTROLA 127
BIOLOŠKA BORBA PROTIV ŠTETOČINA 128
Nematode 131
Pauci 131
Stonoge 131
Insekti 131
Žabe 132
Gušteri 132
Ptice 132
Bubojedi 133
Zveri 134
Paraziti prouzrokovači bolesti 134
LITERATURA 137
REČNIK EKOLOŠKIH POJMOVA 145
REGISTAR 155
AUTORSKI INDEX 163

UVOD

ISTORIJA EKOLOGIJE

Razvoj ekološke misli u svetu

Savremena ekologija je relativno mlada naučna disciplina, ali zakonitosti kojima se ona bavi su uspostavljene nastankom života na našoj planeti. U početku se ova nauka tiho razvijala unutar biologije, a danas je polje širokog interesovanja javnosti i predstavlja jednu od osnovnih vrednosti savremenog čovečanstva. Tako je postala ne samo nauka budućnosti nego nauka bez koje nema budućnosti.

Ekologija se kao i ostale nauke razvija neprekidno i neravnomerno tokom istorije civilizacije. Još radovi HIPOKRATA, ARISTOTELA i drugih antičkih filozofa sadrže podatke ekološkog karaktera. Međutim, u to vreme se nije upotrebljavao termin „ekologija". Ovaj naziv je 1869. godine predložio nemački biolog ERNST HEKEL (HAECKEL). Pre njega su mnogi poznati naučnici iz perioda „biološke renesanse" 18. i 19. veka doprineli razvoju ove oblasti, ali nisu primenjivali naziv „ekologija". Tako je početkom 18. veka Anton van Levenhuk (LEEUWENHOECK), poznat pre svega kao pronalazač mikroskopa, istovremeno bio začetnik izučavanja lanaca ishrane i regulacije brojnosti organizama, dok se prema zapisima engleskog botaničara RIČARDA BRADLIJA (RICHARD BRADLEY) vidi jasna predstava o biološkoj produkciji. Izučavanje ovih problema obuhvata glavne pravce savremene ekologije.

Kao priznata samostalna naučna disciplina ekologija se formirala oko 1900. godine, ali naziv „ekologija" se počeo primenjivati kasnije. Na početku ekoloških istraživanja postojala je oštra granica između „ekologije biljaka" i „ekologije životinja". Međutim, na osnovu koncepcije biologije kao jedinstvene nauke, koju su dali KLEMENTS (CLEMENTS) i ŠELFORD (SHELFORD), zatim istraživanja lanaca ishrane i kruženja materije u prilozima LINDEMANA i HAČINSONA (HUTCHINSON), kao i ispitivanja jezerskih sistema od strane BIRDŽEJA (BIRGE) i DŽUDEJA (JUDAY), utemeljene su teorijske osnove opšte ekologije. Radovi ovih naučnika predstavljaju osnovu razvoja ekologije.

Pokret koji se pre svega može nazvati „opštom zabrinutošću za probleme životne sredine" razvio se iznenada u periodu 1968-1970. godine, pošto se javio velik problem u vezi sa zagađenjem životne sredine i prirode uopšte uz istovremeni porast ljudske populacije, kao i sve veće potrebe za hranom i energijom. Porast opšteg interesovanja za ove probleme imao je dubok uticaj na dalji razvoj ekološke nauke, koja je do 1970. godine bila tretirana samo kao jedna od bioloških disciplina, a ekološke kurseve su po pravilu imali samo programi bioloških fakulteta. Danas je ekologija izašla iz bioloških okvira i razvija se kao nova integrisana disciplina, koja povezuje fizičke, biološke i društvene pojave i tako čini most između prirodnih i humanističkih nauka (ODUM, 1977). Zbog toga se na mnogim univerzitetima osnivaju interdisciplinarne studije iz ekologije.

Engleski ekolog ELTON (1927) definisao je ekologiju kao naučnu istoriju prirode („scientific natural history"). Ekološka istraživanja tokom 19. veka odvijaju se najpre u okviru botanike i fitogeografije, a prvi značajni zooekolozi iz tog perioda bili su ADAMS i ŠELFORD.

Početkom 20. veka dalji razvoj ekološke misli je izuzetno brz sa karakteristikama velikog entuzijazma, posebno u SAD, da bi 40-ih godina nastala prekretnica u istraživanjima i pažnja je usmerena na problem distribucije organizama i životnih zajednica. Na osnovu ovih istraživanja KLEMENTS i ŠELFORD su 1939. izdali knjigu *Bioekologija* koja predstavlja kulminaciju ekoloških ispitivanja tog perioda. Sredinom ovog veka ELTON (1958, 1966.) objavljuje dva značajna dela iz oblasti animalne ekologije.

U tom periodu dolazi do velikog zaokreta u ekološkim proučavanjima koji karakterišu široka primena laboratorijskih istraživanja i nastanak novih grana u ovoj oblasti, kao što su populaciona ekologija, problemi vezani za protok energije kroz ekosistem i evoluciona ekologija.

Prve analize o proticanju energije kroz ekosisteme je dao LINDEMAN 1942. g. u radu *Ekološki aspekt dinamike trofije*. Nešto kasnije naučna javnost je informisana o jednom novom ekološkom pristupu preko knjige *Osnove ekologije* koju je napisao Odum (1953). Ova publikacija je predstavljala najznačajniji udžbenik sledećih dvadeset godina. Krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina započinje rad na međunarodnom biološkom programu, koji obuhvata studiju svetskih bioma zasnovanu na konceptu ekosistema (ODUM, E.P. 1963, 1986, 1989, ODUM, H.T. 1957, 1977). Godine 1994. pojavljuje se jedno važno, kompleksno i kapitalno ekološko delo koje sumira dosadašnja saznanja iz oblasti ekologije (BREWER 1994).

Počeci evolucione ekologije datiraju još od vremena ČARLSA DARVINA (CHARLES DARWIN), a moderni pristup započinje 30-ih godina našeg veka integralnim istraživanjima u oblasti evolucije, genetike i sistematike.

Tokom perioda 60-ih i 70-ih godina, ekološki problemi izazivaju intersovanje široke javnosti pojavom velikih promena koje su nastale usled povećanja zagađenja sredine i gubitka prirodnih resursa. U to vreme izlazi knjiga *Silent Spring* (*Utihnulo proleće*) od RAHELE KARSON (RACHEL CARSON), koja na ubedljiv način opisuje opasnost od upotrebe pesticida i veštačkih đubriva. Usled nekontrolisane primene pojedinih pesticida dolazi do njihove bioakumulacije u masnom tkivu ptica i sisara tako da se koncentracija uvećava za nekoliko desetina ili čak stotina puta. Drastičan primer predstavlja pomor čitave populacije crvendaća na površini od 74 ha na području univerzitetskog kampusa u Mičigenu (SAD). Pre tretiranja brojnost populacije ove ptičje vrste je iznosila 370 odraslih primeraka u čijim gnezdima su bili mladi. Međutim, nakon tri godine na istom području je zabeležena samo jedna individua. Broj trovanja pesticidima u ljudskoj populaciji kreće se od 500.000 do 2.000.000 slučajeva godišnje usled čega umire između 10.000 i 40.000 osoba.

Tako je ubrzo, zbog intenzivne primene hemijskih preparata, pristup poljoprivrednom zemljištu kao životnoj sredini bitno promenjen. Istovremeno se može zapaziti nagli razvoj ne samo fundamentalne nego i aplikativne ekologije.

Uporedo sa razvojem ekološke misli organizovana su i ekološka društva u svetu. Prvo ekološko društvo formirano je u SAD 1916. godine i imalo je 307 članova. Krajem 50-ih godina brojalo je oko 2.000, a 70-ih preko 6.500. Pored profesionalnih ekologa (profesori univerziteta i naučno-istraživački radnici) članovi društva postajali su i razni stručnjaci iz drugih oblasti koji su doprineli razvoju i proširenju ekološke svesti (pravni aspekt zaštite životne sredine, ekološke agencije itd.).

Razvoj ekološke misli u našoj zemlji

Istorija ekoloških proučavanja živog sveta u Srbiji počinje 1846. godine dolaskom akademika JOSIFA PANČIĆA (1814–1888). On je ceo svoj život posvetio svestranom proučavanju prirode, pre svega njenom biodiverzitetu (biosistematska i ekološka istraživanja) i postigao zapažene rezultate. U svojim prvim radovima, *Živi pesak u Srbiji* (1863) i *O našim šumama* (1871) iznosi svoja razmišljanja o suštini ekologije i potrebi da se čovek ponaša u skladu sa ekološkim principima, da bude što bliži prirodi, da živi sa njom, da je racionalno koristi, ali i da je štiti. Istovremeno posebno ukazuje na nophodnost zaštite, obnove i unapređenja šumske vegetacije. Ove ideje su i danas aktuelne. Kao profesor Velike škole u Beogradu, PANČIĆ je napisao prve udžbenike u Srbiji: *Zoologija* (1864), *Mineralogija* i *Geologija* (1866), *Jestastvenica za učenike Velike škole, Deo drugi: Botanika* (1868) kao i *Agronomiju*. Svoje kapitalno delo je izdao pod naslovom *Flora Kneževine Srbije* 1884. I pored toga što je u prvom redu bio veliki floristićar i faunističar, dao je ogroman doprinos razvoju ekologije i biogeografije u Srbiji. U svojim radovima je proučavao ekološke faktore (fizičke i geografske), uticaj životne zajednice na stanište, stanište i životne forme, populacije, životne zajednice i promene u njima, odnose ishrane, ekološke niše, biocenologiju, čovekov položaj u prirodi, biogeografiju i zaštitu prirode. Od izuzetne vrednosti su ekološki radovi o šumama, živom pesku i ribarstvu. Njegovi radovi su predstavljali osnovu kasnijih ekoloških istraživanja.

Period razvoja moderne ekologije u našoj zemlji započinje radovima akademika SINIŠE

STANKOVIĆA (1892–1974), profesora Beogradskog univerziteta. Istorija razvoja bioloških disciplina u našoj zemlji poslednjih pola veka ne može se odvojiti od ličnosti S. STANKOVIĆA i snažnog uticaja koji je on na taj razvoj neprestano činio i to je u istoriji naše biologije veoma evidentno, pozitivno i korisno.

STANKOVIĆEVO najznačajnije pionirsko delo je *Okvir života* (1935) u kojem se izneti gotovo svi osnovni stavovi i principi savremene ekologije. Ova knjiga je napisana na osnovu predavanja iz ekologije održanih na Kolarčevom narodnom univerzitetu, pred relativno malo publike koju su sačinjavali beogradski intelektualci tridesetih godina našeg veka, univerzitetski i gimnazijski profesori, kao i svi oni koji su bili zainteresovani da čuju nešto novo iz biologije, posebno iz ekologije. STANKOVIĆ je kroz svoja predavanja izložio osnovne principe i zadatke ekologije i istovremeno ukazao na potrebu uvođenja i negovanja ekološkog načina mišljenja, ne samo kod stručnjaka biologa nego i kod drugih, kao jedinstvenog stava za odredivanje ispravnog i jedinog spasonosnog odnosa čoveka prema svojoj životnoj sredini. Može se smatrati da se ovo izvanredno delo pojavilo malo prerano u našoj javnosti i nije shvaćeno u dovoljnoj meri, tako da je za mnoge slojeve društva, kao i za većinu pojedinaca, ostalo gotovo nezapaženo. Celokupna tadašnja ekološka problematika svodila se na oblast higijene ili na pojedina pitanja u okviru šumarstva i poljoprivrede. Ovakva situacija je proizašla iz činjenice da nije bilo gotovo nikakve ekološke povezanosti, niti je bila prihvaćena bilo kakva jedinstvena ekološka teorija. Zbog toga je *Okvir života* bio samo usamljeni glas u pustinji bez ikakvog značajnog uticaja, sveden samo na interesovanje malog broja pojedinaca i grupa ljudi (JANKOVIĆ, 1995). Ova veoma značajna pionirska knjižica kao i velike ekološke misli iznete u njoj došle su prerano.

Neposredno posle Drugog svetskog rata formira se Katedra za ekologiju i biogeografiju u Botaničkom i Zoološkom institutu Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu. To je omogućilo pojavu mlađeg kadra istraživača koji daju novi zamah razvoju ekologije kod nas. U tom periodu se *Okvir života* prihvata kao prva fundamentalna ekološka knjiga na našem jeziku koja mladima služi za upoznavanje sa ekologijom kao prirodnom pojavom i kao naukom. Ova studija dobija još veći značaj pojavom drugog, proširenog izdanja, koje za veliki broj čitalaca, a naročito za studente biologije, predstavlja jedinstvenu ekološku čitanku, udžbenik, podsetnik, enciklopediju i idejni putokaz.

SINIŠA STANKOVIĆ je takođe napisao naš prvi univerzitetski udžbenik iz ekologije pod naslovom *Ekologija životinja* (1962), kao i monografiju svetskog značaja *Ohridsko jezero i njegov živi svet* (1957), u kojoj iznosi moderan ekološki pristup proučavanju hidroekosistema.

Istovremeno izlazi iz štampe knjiga Milorada M. JANKOVIĆA, redovnog profesora Univerziteta u Beogradu, pod nazivom *Fitoekologija sa osnovama fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na Zemlji.*

Sa ovim kapitalnim delima naša ekologija postaje nauka razvijena na svetskom nivou, a broj naših ekologa se sve više povećava.

Nastojanja S. Stankovića da uvede i razvija ekologiju pokazala su se u punoj meri vidovitima i opravdanima. Ekologija se danas razvila ne samo kao moderna i vrlo značajna biološka disciplina, nego i kao svojevrsna filozofsko-teorijska oblast, specifičan način mišljenja i biološki metod. To je danas oblast koja se sve više pokazuje kao jedinstvena nada pred sve većom opasnošću da čovek, ne poznajući dovoljno i ne poštujući ekološke zakonitosti, uništava i degradira svoju prirodnu i životnu sredinu. I zaista, ekologija dobija sve veću važnost u biologiji i u životu ljudskog društva. Jedna od velikih zasluga SINIŠE STANKOVIĆA je i u tome što je ovo sadašnje stanje gotovo vizionarski predvideo i bitno uticao na tokove razvoja ekologije kao nauke kod nas.

Dalji razvoj ekološke misli na Beogradskom univerzitetu ostvaruje se radovima profesora MAKSIMA TODOROVIĆA i IVE SAVIĆA, čiji se doprinos bazira na teorijskim i aplikativnim istraživanjima autohtonih i antropogenih ekosistema (agroekosistem). Njihov obiman naučni opus vezan je za period koji traje već više od 40 godina. Značajan doprinos razvoju ekologije ogleda se u mnogim bibliografskim jedinicama (TODOROVIĆ i sar., 1966, 1968, 1971, 1974, SAVIĆ 1966, 1967, 1973, 1975, 1982, 1985, 1989. SAVIĆ i sar., 1976, 1984, 1994, 1995).

Najveći podsticaj razvoju ekologije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu dao je prof. MIHALJ MIKEŠ svojim mnogobrojnim prilozima iz oblasti istraživanja populacija sitnih si-

sara sa posebnim osvrtom na agroekosisteme (MIKEŠ i sar., 1977, 1979, 1990).

Začetak i razvoj ekologije na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu vezan je za dolazak akademika PAVLA VUKASOVIĆA, koji je 1960. godine, kao jedan od idejnih tvoraca Odseka za zaštitu bilja, formirao predmet Ekologija biljnih štetočina. Njegove krupne zasluge u oblasti zooekologije najbolje se mogu sagledati kroz analizu celokupnog naučnog opusa koji obuhvata 146 referenci. Doktorska disertacija P. VUKASOVIĆA, odbranjena 1924. godine, predstavlja pionirski rad iz oblasti biološke borbe, koja svoj naučni značaj i punu afirmaciju doživljava tek pola veka kasnije. Treba posebno istaći veliku vrednost i značaj univerzitetskog udžbenika pod naslovom *Štetočine u biljnoj proizvodnji I i II deo* (VUKASOVIĆ i sar., 1964, 1967), gde je studentima agronomije na izvanredan način objasnio ekološke zakonitosti koje vladaju u agroekosistemu. Opšte ekološke principe potkrepio je primerima i rezultatima iz istraživanja naših ekologa. Iz tog udžbenika su mnoge generacije studenata i stručnjaka poljoprivrednog fakulteta crple ekološka znanja.

Profesori SLOBODAN GLUMAC i VLASTA PUJIN, koautori P. VUKASOVIĆA i njegovi neposredni saradnici, nastavili su razvoj ekologije kao nastavne i naučne discipline, kako na Poljoprivrednom fakultetu tako i na čitavom Univerzitetu u Novom Sadu. Veliki doprinos SLOBODANA GLUMCA ekologiji ogleda se u formiranju Instituta za biologiju; on zajedno sa VLASTOM PUJIN učestvuje u definisanju naučne problematike i rukovođenju naučnim projektima, organizovanju nastave i podizanju novih nastavnih i naučnih kadrova iz oblasti biologije i ekologije. Danas na mnogim fakultetima i naučnim institucijama u univerzitetskim centrima širom zemlje rade njihovi učenici kao univerzitetski nastavnici i naučni radnici, koji uzdižu novi naučni podmladak negujući tradiciju svojih profesora.

Posebno treba istaći delatnost akademika DUŠANA ČAMPRAGA i saradnika (profesori JELENA ĐURKIĆ i RADOSAV SEKULIĆ), koji uvode ekološki način mišljenja u okviru organizacije prognozne službe u Institutu za zaštitu bilja Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, gde ekološko znanje nalazi svoju praktičnu primenu.

Na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu ekologiju poljoprivrednih štetočina u okviru predmeta Poljoprivredna zoologija sa ekologijom kao nastavno-naučnu disciplinu dalje razvijaju profesori RUŽICA RATAJAC, NADA ĐUKIĆ, STEVAN MALETIN i docent DRAGANA RAJKOVIĆ.

Savremeni pravci razvoja ekologije

Danas se aplikativna ekologija usmerava u pravcu zaštite životne sredine, što se manifestuje kroz aktivnosti pojedinaca ili organizacija za očuvanje prirode, prirodnih resursa, (Greenpeace) i sl. Njihov motiv i polje rada uslovljeni su pogoršanjem globalnog kvaliteta života na zemlji (kisele kiše, efekat staklene bašte, smanjenje biodiverziteta). Kao primer velike zabrinutosti za stanje životne sredine može se navesti činjenica da je časopis „Time" 1989. godine umesto čoveka godine odabrao ugroženu planetu – Zemlju. Ovakvo stanje Zemlje je bilo glavna tema razmatranja međunarodnog kongresa (The Earth Summit) („Svetski kongres o globalnim ekološkim problemima"), koji je održan 1992. godine u Rio de Žaneiru.

Neki od problema zaštite životne sredine poslednjih decenija ovog veka uspešno su rešavani, jedan broj je ostao, dok se novi tek naziru na horizontu. Ekolozi moraju konstantno da rade na postojećim problemima kao i na širokoj ekološkoj edukaciji koja će omogućiti iznalaženje potencijalnih rešenja kroz primenu osnovnih ekoloških zakonitosti u oblasti zaštite životne sredine. U okviru zaštite agroekosistema sadašnja strategija borbe protiv štetočina podrazumeva široku primenu i kombinovanje raznih načina suzbijanja preko važnih karika integralne zaštite, što obuhvata korišćenje otpornih sorti i primenu raznovrsnih mera (karantinskih, agrotehničkih, mehaničkih, fizičkih, hemijskih i bioloških). Tako se kroz integralnu zaštitu može obezbediti adekvatan stepen zaštite biljne i animalne proizvodnje koji neće ugroziti stanje ravnoteže u agroekosistemima niti izazvati ireverzibilne promene.

EKOLOGIJA ŽIVOTINJA

DEFINICIJA I OSNOVNI POJMOVI

Ekologija je nauka koja se bavi izučavanjem uzajamnih odnosa između organizma i sredine od kojih zavisi održavanje populacija organskih vrsta u prirodi, njihov raspored, gustina, način života i ponašanje u datim uslovima. Termin „ekologija" uvodi nemački biolog ERNEST HEKEL 1866. godine Međutim, stvarni tvorac moderne ekologije je ČARLS DARVIN, osnivač učenja o organskoj evoluciji. Pojam „borba za opstanak" je na prvom mestu ekološki pojam. Izraz „ekologija" potiče od grčke reči „oikos" – dom, kuća, ekonomija, što znači: ekologija je ekonomija prirode. Ekologija je usko povezana sa ostalim biološkim disciplinama kao što su fiziologija, biogeografija, genetika, evolucija i biosistematika. Istovremeno, primenjena ekologija zauzima značajno mesto u raznim poljoprivrednim disciplinama (opšte ratarstvo, zaštita bilja, zoohigijena, ribarstvo itd.).

Organizmi se ne mogu posmatrati odvojeno od sredine u kojoj žive i ostvaruju svoje zahteve. Veza organizma sa spoljašnjom sredinom postiže se kroz dejstvo faktora okoline, njegovom reakcijom i međusobnim odnosima sa drugim organizmima. Živa bića su otvoreni sistemi koji su u stalnom procesu razmene materije i proticanja energije sa spoljašnjom sredinom. Istovremeno, sredina utiče na način života, rast, razmnožavanje, razviće, ponašanje, rasprostranjenje i gustinu naselja organizama. Kroz borbu za opstanak i selekciju, sredina određuje evolutivni razvitak i prilagođenost organizama, te na taj način „odlučuje" o preživljavanju. Odnosi koji vezuju organizme i sredinu su specifični, stalni, neraskidivi, uzajamni i promenljivi. Oni uvek deluju kompleksno i na nivou interakcije.

Jedinstvena ekološka nauka se radi lakšeg izučavanja deli na biljnu ekologiju i na ekologiju životinja. Istovremeno, postoji još jedna podela, na idioekologiju i sinekologiju. Težište ispitivanja idioekologije (autekologije ili analitičke ekologije) bazira se na proučavanju odnosa jedinke i životne sredine (abiotički i biotički faktori). Sinekologija (sintetička ekologija) izučava odnose unutar pojedinih stupnjeva ekološke integracije (populacija životnih zajednica, ekosistema) u zavisnosti od spoljašnjih faktora.

JEDINSTVO ŽIVOG SVETA I SREDINE. POJAM BIOSFERE

Uzajamna zavisnost organizma i sredine izražena je međusobnim dejstvima i promenama koje ih vezuju u neraskidivo jedinstvo. U složenoj i dinamičnoj sredini, posredno i neposredno, mnoštvo faktora deluje jedan na drugi i istovremeno je sve u pokretu i promenama. Živi svet i prostor koji on naseljava uzajmano su povezani u jedinstven i veoma složen dinamički sistem koji čini biosferu kao rezultat istorijskog razvitka zemlje. Ona se formirala sa pojavom života i predstavlja osnovni transformator energije na Zemlji tako što kroz proces fotosinteze prevodi kosmičku energiju (energija Sunca) u slobodnu i aktivnu. Biosfera je jedinstven i organizovan sistem i hemijski procesi u njoj imaju cikličan karakter. Prvenstveno kruže oni elementi koji ulaze u sastav živih bića i kreću se u oba smera na relaciji neorganska materija – organizam predstavljajući biogeohemijski ciklus. Najznačajniji procesi su vezani za kruženje ugljenika, kiseonika i azota uz istovremeno proticanje energije, koja konačno kao toplotna napušta biosferu.

BIOTIČKI SISTEMI BIOSFERE

Živa bića se u prirodi javljaju kao jedinke koje specifično deluju na okolinu i reaguju na njeno dejstvo. Individualni organizam se održava zahvaljujući svojoj prilagođenosti sredini i reaguje na kolebanje životnih uslova. Svaka organska vr-

sta realno postoji u prirodi kao grupa organizama ili populacija. Između jedinki jedne populacije postoje određeni odnosi koji ih vezuju, pre svega razmnožavanje. Populacija organskih vrsta ima svoju strukturu, prostorni raspored i veličinu. U prirodi se populacije različitih biljnih i životinjskih vrsta ne javljaju izolovano nego zajedno i čine članove biotičkog sistema – životnu zajednicu ili biocenozu. Životna zajednica nije najviša ekološka kategorija u prirodi. Velik broj biljnih i životinjskih vrsta koje ulaze u sastav jedne biocenoze zajedno sa fizičko-hemijskim i biološkim zbivanjima čini još veću celinu – ekosistem, koji nije samo jednostavan zbir navedenih činilaca nego podrazumeva složeni splet međusobnih odnosa. Mozaik različitih ekosistema sačinjava biom, a najviši stepen integracije ekosistema je biosfera.

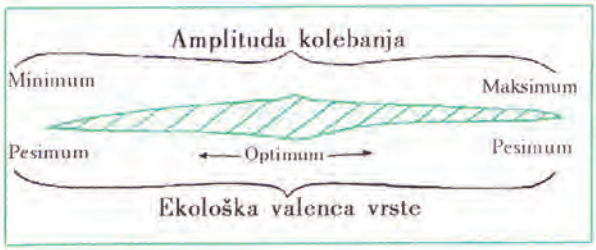
USLOVI ŽIVOTA I POJAM EKOLOŠKIH FAKTORA

Egzistencija organskih vrsta zavisi od niza faktora koji su promenljivi i kompleksno deluju. U mnoštvu raznolikosti životnih uslova moguće je izdvojiti dve osnovne grupe faktora, abiotičke i biotičke, koji zajednički deluju, pri čemu to nije samo zbir pojedinačnih dejstava. Osnovni abiotički faktori su temperatura, vlažnost, svetlost, vazdušni pokreti i drugi, dok se biotički faktori manifestuju kao višestruki odnosi između različitih organizama.

EKOLOŠKA VALENCA

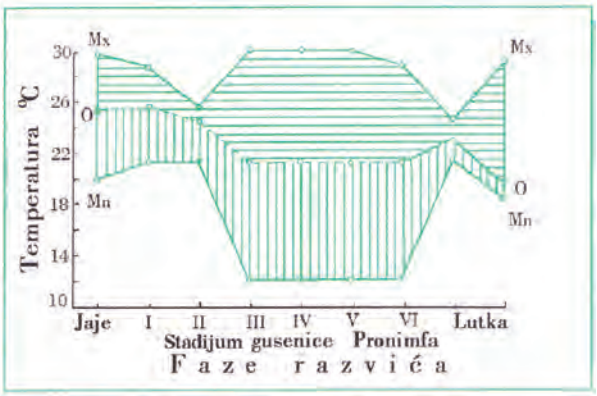
Organske vrste su konstantno pod uticajem promenljivih uslova sredine i pokazuju visok nivo adaptacije prema kolebanju pojedinih ekoloških faktora. Za svaku vrstu postoje granice variranja veličine i intenziteta ovih faktora koje određena vrsta može da toleriše. Amplituda kolebanja jednog ekološkog faktora u čijim je granicama moguć opstanak određene vrste može se definisati kao ekološka valenca. Veličina ekološke valence varira za svaki pojedinačni faktor, a granice mogu biti veoma široke ili uske. Tako npr. komarac malaričar (*Anopheles maculipennis*) podnosi velika temperaturna variranja (od -30 do +30°C), a veoma je osetljiv na kolebanja vlažnosti. Organizmi sa širokom ekološkom valencom su eurivalentni, a sa uskom su stenovalentni. Ako je npr. reč o toploti (temperaturi), vrste mogu biti euritermne i stenotermne. Čovečija bela vaš (*Pediculus humanus corporis*) je stenotermna jer normalno živi samo na temperaturi između 24 i 32°C.

U okviru ekološke valence pojedini faktori mogu da imaju različit stepen veličine vezano za intenzitet delovanja. Njihovo najpovoljnije dejstvo na neku organsku vrstu je optimum. Udaljavanjem od optimalnih vrednosti prema granicama ekološke valence dejstvo faktora je sve nepovoljnije i prelazi u pesimum. U blizini gornje granice ekološke valence nalazi se maksimum, a u neposrednoj blizini donje je faktor u minimumu (sl. 1).



Slika 1. Dijagram ekološke valence (po KAŠKAROVOM, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Temperaturne granice razvića leptira ozime sovice (*Scotia segetum*) su najmanje na stadijumu jajeta i ispilele gusenice, a znatno su veće u ostalim fazama razvoja. Slično se ponaša i gubar (*Lymantria dispar*). Rasprostranjenje jedne vrste je u uskoj zavisnosti od vrednosti temperaturne valence razvojnog stadijuma na kojem je ona najuža (sl. 2).



Slika 2. Variranje ekološke valence za temperaturu sa stadijumima razvića leptira ozime sovice (*Scotia segetum*), Mx, O i M_n linije maksimalne, optimalne i minimalne temperature (po KOŽANČIKOVOM cit. STANKOVIĆ, 1962).

Svaka vrsta (ali i njeni stadijumi razvoja) ima specifično definisane optimalne vrednosti. Životni optimum metlice *Loxostege sticticalis* je na temperaturi oko 25°C (PETRUHA, 1959), dok je za pojedine razvojne stadijume sledeći: za jaja iznosi 28°C, za gusenice prvog uzrasta je 25°C, za gusenice ostalih uzrasta i pronimfe 32,7°C, za lutke 28,1°C, a za sazrevanje imaga 24,5°C (KOŽANČIKOV, 1935, 1961). Vrednosti prosečnog optimuma su najniže za gusenice prvog uzrasta, za jaja i lutke su znatno više, dok su najviše za gusenice od drugog do petog uzrasta i pronimfe (tab. 1).

Tabela 1. Temperaturni optimum za razviće različitih stadijuma metlice (*L. sticticalis*, KOŽANČIKOV, cit. ČAMPRAG, 1976)

Stadijum	Optimalne temperature (u °C)		
	Donja granica	Gornja granica	Prosek
Jaje	26,0	30,0	28,0
Gusenica L_1	23,3	26,9	25,0
Gusenica L_2	20,0	36,0	32,7
Gusenica L_3	20,0	36,0	32,7
Gusenica L_4	23,0	33,0	32,7
Gusenica L_5	25,0	33,0	32,7
Pronimfa	25,0	33,0	32,7
Lutka	24,0	32,9	28,1
Sazrevanje imaga	22,0	29,8	24,5

Skup ekoloških valenci za pojedine faktore i njihovo zajedničko delovanje čini ekološki spektar jedne vrste i njegovo poznavanje objašnjava njeno prisustvo ili odsustvo u datoj sredini.

KOMPLEKS EKOLOŠKIH FAKTORA I PRAVILO MINIMUMA

Životna sredina predstavlja kompleks faktora na koje organizam reaguje u celini. Moguće je utvrditi mnogobrojne interakcije između dvaju ili više faktora, čije je dejstvo uzajamno zavisno. Tako su temperatura, vlažnost vazduha i vazdušni pokreti veoma povezani. U takvom kompleksnom delovanju retko se dešava da svaki pojedinačni faktor bude ostvaren u optimumu. S druge strane, ako je samo jedan faktor u pesimumu, može doći do ugroženosti određene vrste na nekom mestu ili teritoriji. Areal šumskog miša (*Apodemus sylvaticus*) doseže na sever samo do 62° severne geografske širine gde je dužina letnjih noći svega 5 časova. Pošto je ova vrsta miša isključivo noćna životinja i hrani se noću, kratkotrajnost noćnog perioda (uz prisustvo određenih hranljivih resursa) javlja se kao faktor u minimumu i postaje limitirajući činilac rasprostranjenja. Prema tome, mogućnost opstanka jedne vrste je određena faktorom koji se nalazi najbliže pesimumu iako su svi ostali faktori u optimumu ili blizu njega. Ovu pojavu je definisao LIBIG 1840. godine kao pravilo minimuma koje glasi: *„Produkcija biomase biljaka je određena onim neophodnim faktorom koji se nalazi u minimumu, tj. u najmanjoj količini"*. Ovo pravilo je dopunio TINEMAN (THIENEMANN) 1926. godine i ono glasi: *„Brojnost jedne organske vrste je određena onim faktorima koji se u odnosu na stepen razvića sa najmanjom ekološkom valencom najviše udaljavaju po količini ili intenzitetu od optimuma"* (*„Čvrstinu lanca određuje najslabija karika"*). Ovako povezan kompleks faktora čini ekosistem kao integrisanu celinu.

ŽIVOTNO STANIŠTE I POJAM BIOTOPA

Gustina populacija i prostorni raspored životnih zajednica u biosferi su veoma neravnomerni, što je uslovljeno kombinacijom određenih ekoloških faktora koji određuju životno stanište ili biotop (npr. potok, jezero, livada, šuma, pustinja, oranica, voćnjak, povrtnjak itd.). Životni uslovi na celom prostoru jednog biotopa su retko uniformni. Postoji lokalna horizontalna i vertikalna diferencijacija. Slični biotopi čine biohoru, kao što npr. svi tipovi pustinja čine biohoru pustinje. Za razliku od biotopa, pojam areal se definiše kao ukupan prostor u kojem se susreće jedna vrsta. Areal neke vrste obuhvata više različitih biotopa i oni čine areal njenog rasprostranjenja koji može da bude jedinstven ili isprekidan (disjunktni).

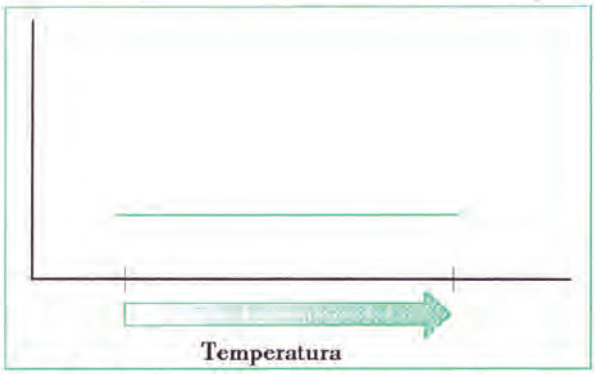
ŽIVOTNA FORMA

Skup adaptivnih odlika jedne organske vrste, usaglašenih sa sredinom u kojoj ona živi, čini životnu formu te vrste. Kao primer adaptivnog tipa koji je obeležen posebnim načinom života u zemlji (terricola) su glodar slepo kuče (*Spalax leucodon*) i insektivora krtica (*Talpa europea*).

EKOLOŠKA NIŠA

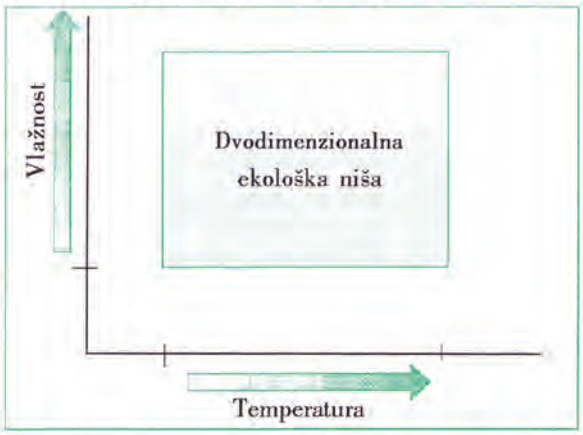
Životna forma određuje status jedne organske vrste u okviru ekosistema. Svaka vrsta koristi određene životne uslove koje joj pruža ekosistem. To su, pre svega, mogućnosti ishrane, zaklona i razmnožavanja u uslovima abiotičkih i biotičkih faktora.

Ako se posmatra samo jedan faktor, npr. temperatura, u čijim granicama određena vrsta ima zadovoljavajuće uslove za život i razmnožavanje, grafičkim prikazom će biti predstavljena jednodimenzionalna niša (sl. 3).



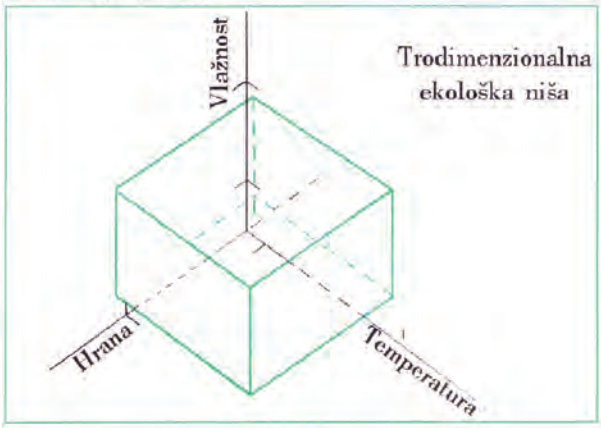
Slika 3. Jednodimenzionalna ekološka niša (iz BREWER-a, 1994)

Dodavanjem još jednog faktora, npr. vlažnosti, grafički prikazana niša će biti u dve dimenzije oblika pravougaonika (sl. 4).



Slika 4. Ekološka niša u dve dimenzije (iz BREWER-a, 1994)

Ako se u ova dva faktora uključi i treći, npr. hrana, shematski prikaz obuhvata prostor u tri dimenzije (sl. 5).



Slika 5. Ekološka niša u tri dimenzije (iz BREWER-a, 1994)

Mesto i položaj koje vrsta zauzima u spletu odnosa, posebno ishrane u životnoj zajednici, označeni su kao ekološka niša i ona je definisana neodređenim brojem dimenzija. Ako se niša za dve vrste preklapa, tada se njihove populacije nalaze u kompeticiji.

ABIOTIČKI FAKTORI

Abiotički uticaj sredine na organizme pre svega obuhvata kompleks klimatskih i edafskih faktora. Biotop sa svojim fizičko-hemijskim karakteristikama neposredno okružuje živi svet sa kojim čini neraskidivo jedinstvo u procesu protoka energije i kruženja materije.

KLIMATSKI FAKTORI

Klima obuhvata skup meteoroloških elemenata atmosfere kao što su toplota, svetlost, vlažnost, vodeni talog, vazdušni pokreti i pritisak. Momentalno stanje klime može se definisati kao vreme određenog mesta. Prema tome, klima je srednje stanje vremena jedne oblasti. Pojam klime u ekologiji predstavlja kompleks faktora pod čijim se dejstvom nalaze sva živa bića. Ovi faktori deluju neposredno i stalno na organizme i bitno utiču na ostale ekološke faktore. Iako u prirodi klimatski faktori deluju zajedno i istovremeno međusobno utiču jedan na drugi, u cilju lakšeg proučavanja analiziraju se odvojeno.

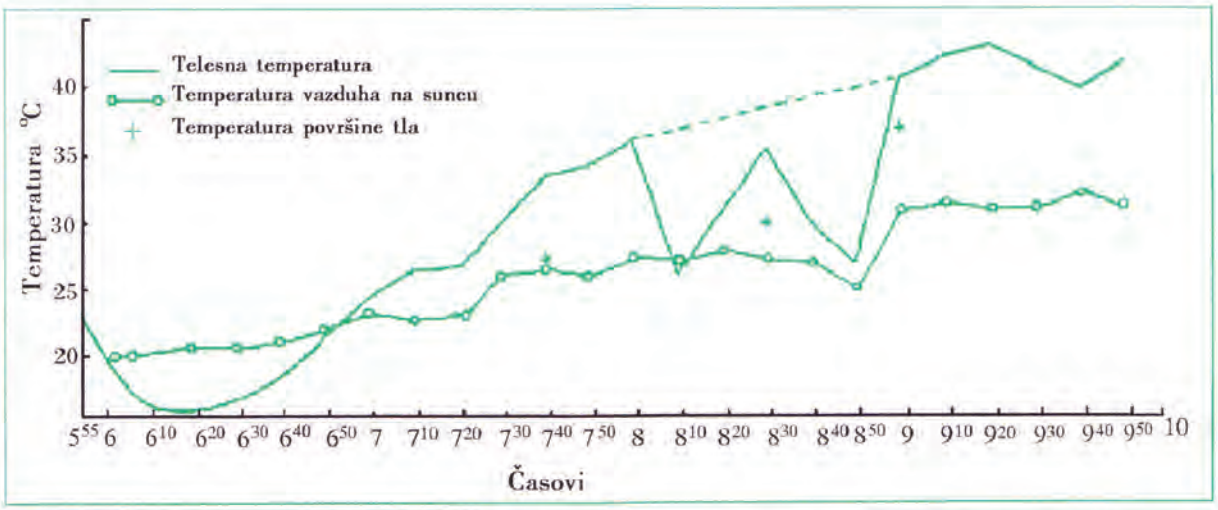
Toplota

Toplota je ekološki faktor koji se može precizno meriti i zbog toga je veoma mnogo izučavan. Njen uticaj na organizme je višestruk tako što deluje na metabolizam, razmnožavanje, razviće, rast, ponašanje, sezonsku aktivnost, brojnost i rasprostranjenje. Pored toga, toplota utiče i na druge ekološke faktore. Glavni izvor toplote u biosferi je sunčevo zračenje. Mera intenziteta toplote je temperatura, a količina toplote se izražava u džulima (joul).

Termički uslovi u biosferi se kreću u temperaturnim granicama od -70°C (Sibir, Aljaska) do preko +60°C (pustinjski predeli). Temperaturna kolebanja u vazdušnoj sredini su znatno veća u odnosu na kolebanja u vodenoj sredini. Najveća kolebanja temperature na površini Zemlje su u pustinjama i kontinentalnim krajevima, a najmanja u tropima. Tako je dnevno temperaturno kolebanje u Sahari 37°C (od 3 do 40°C), sezonsko kolebanje na visoravni Tibet 77°C (od –37 do +40°C), dok su u tropskim oblastima ova kolebanja veoma mala i iznose svega 0,5°C. Godišnje temperaturno kolebanje u Vojvodini iznosi 70°C, od -30 (Jaša Tomić) do +40 (Deliblatski pesak). U Deliblatskoj peščari su značajna i dnevna kolebanja temperature (u julu tokom noći pada na 0°C, a danju se diže i do 40°C). Za vodenu sredinu, posebno u jezerima umerenog klimata, karakterističan je termički režim. Količina toplote koju jedno jezero apsorbuje u periodu zagrevanja predstavlja godišnji termički bilans jezera. Jezerska voda je preko leta termički stratifikovana tako što su topliji i lakši slojevi u površinskom delu, a hladniji i teži su dublje. Preko zime se, zbog cirkulacije, vodena masa toplotno ujednači na +4°C, a na površini se formira ledena kora. Termička stratifikacija vazduha je karakteristična i za šumske biotope. Na kopnu temperatura vazduha opada sa povećanjem nadmorske visine, a najveća temperaturna kolebanja su u prizemnom sloju.

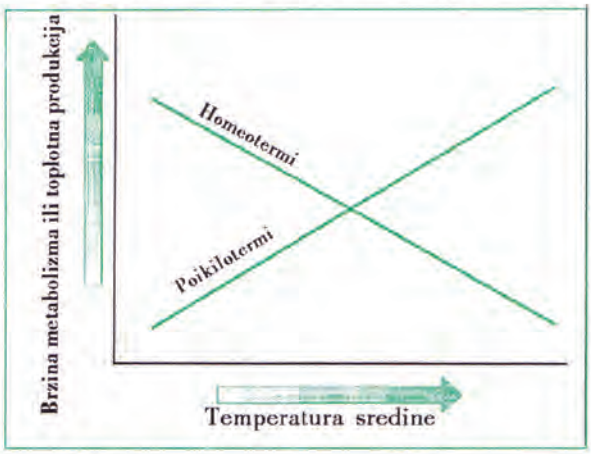
Između organizama i sredine konstantno postoji termička razmena koja uslovljava telesnu temperaturu. Postoje dva osnovna tipa razmene toplote, poikilotermija i homeotermija. Telesna toplota poikilotermih organizama, njihova aktivnost i metabolizam su vezani za temperaturu spoljašnje sredine. Temperatura tela pustinjskog skakavca *Schistocerca gregaria* u jutarnjim časovima veoma brzo raste i na suncu preko dana dostiže 40°C. U momentu pojave oblaka koji izazivaju prolazno zaklanjanje Sunca temperatura tela ovih insekata brzo pada (sl. 6).

Ova osobina je u evolutivnom razvitku živog sveta nastala primarno i svojstvena je svim biljkama i većini životinja. Poikilotermi postižu telesnu temperaturu zahvaljujući sunčevoj radijaciji ali i aktivnim radom mišića. Pčele svojom telesnom aktivnošću održavaju konstantnu temperaturu košnice (preko leta oko 35°C, a zimi 13-35°C).



Slika 6. Telesna temperatura pustinjskog skakavca u jutarnjim časovima (BODENHEIMER, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Homeotermi imaju sposobnost stalnog održavanja temperature tela, nezavisno od temperature spoljašnje sredine i ova prilagođenost je ostvarena kod ptica i sisara. Tako polarne ptice imaju temperaturu tela 40°C, a žive i aktivne su i na -40°C. Homeotermija počiva na fiziološkom mehanizmu termoregulacije i može biti hemijska i fizička. Hemijska termoregulacija podrazumava odnos proizvodnje i odavanja telesne toplote, što je posledica intenziteta procesa oksidacije. Fizička termoregulacija se ostvaruje jačim ili slabijim odavanjem toplote putem znojenja, disanja, površinskog krvotoka, a takođe zahvaljujući naslagama masti (salo), zatim perju, dlakama itd. Potpuna homeotermija se postiže tek posle rođenja. Kod goluba se ona ostvaruje za dve nedelje, kod pacova posle 18–30 dana, a kod hrčka posle 32–44 dana.



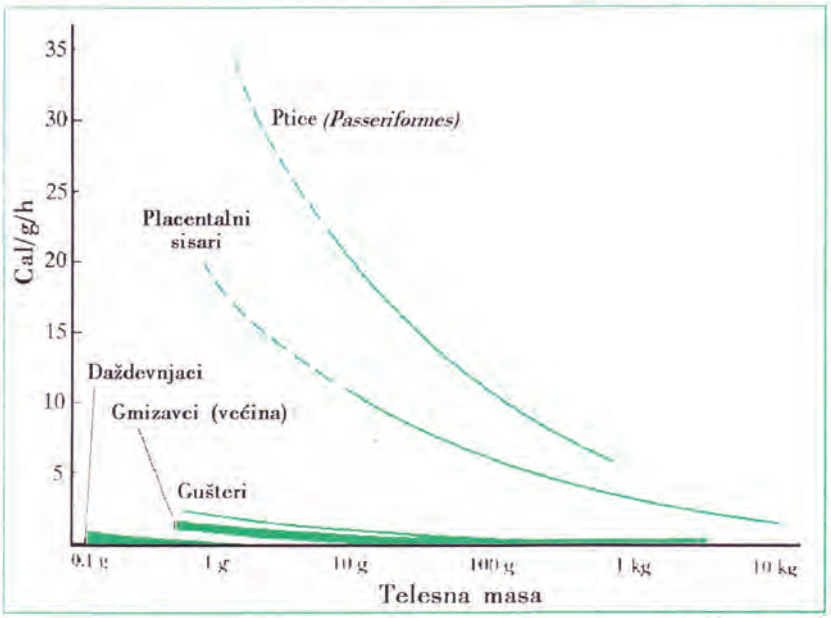
Slika 7. Pojednostavljeni prikaz veze između brzine metaboličkih procesa i temperature sredine kod homeotermih i poikilotermih organizama (iz BREWER-a, 1994)

Ekološke razlike između poikilotermih i homeotermih organizama su velike. U uslovima opadanja spoljašnje temperature kod homeotermi se ubrzava metabolizam, za razliku od poikilotermi, gde povećanje temperature sredine utiče na ubrzanje metaboličnih procesa (sl. 7).

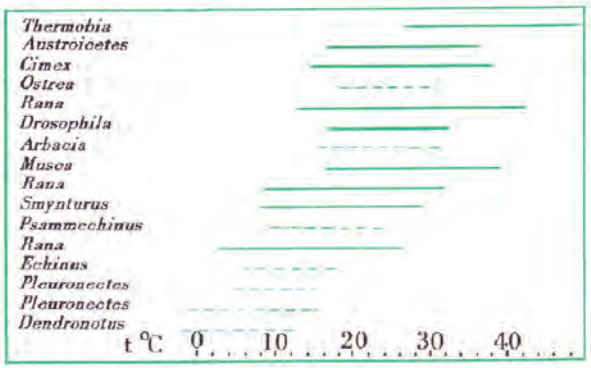
Homeotermi imaju intenzivnije metaboličke procese i zahtevaju veću količinu hrane, dok poikilotermi mogu znatno duže da gladuju. Istovremeno, brzina metabolizma kod različitih grupa organizama zavisi od mase tela (sl. 8).

Granična vrednost efektivnih temperatura u okviru kojih se odvija normalna životna aktivnost pojedinih organizama naziva se tempreraturna valenca i ona veoma utiče na rasprostranjenje svake organske vrste. Ove granice se ne moraju poklapati sa letalnim vrednostima. Za poikiloterme temperaturni rasponi se nalaze između -1,5°C i +52°C. Međutim, granice efektivne temperature kod pojedinih vrsta iz ove grupe, u okviru kojih je moguće uspešno razmnožavnje i razviće, su znatno uže (sl. 9).

Temperaturne granice su znatno uže kod vodenih organizama (hidrobionti), iznose do 16°C, nego kod amfibijskih i kopnenih (teriobionti) u čijim su biotopima temperaturna kolebanja veća.



Slika 8. Veza između brzine metabolizma i mase tela kod poikilotermih i homeotermih organizama (iz BREWER-a, 1994)



Slika 9. Granice povoljne temperature za razviće nekih akvatičnih (isprekidana linija), amfibijskih i terestričnih organizama (puna linija), MOORE, cit. STANKOVIĆ, 1962.

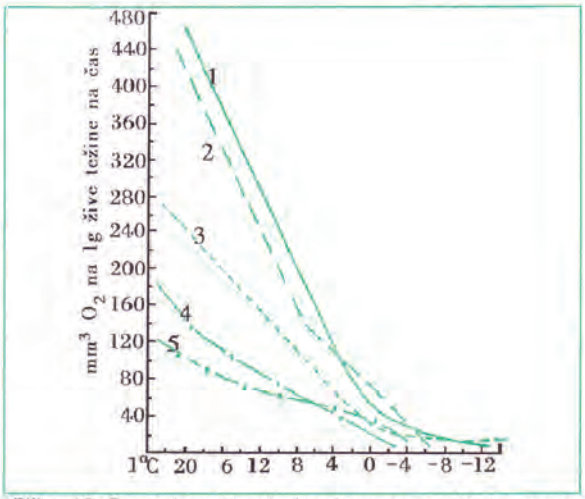
Neke poikilotermne pećinske životinje su stenotermni organizmi niskih temperatura i toplota tela im se kreće između -1,7°C i +1,0°C. Broj euritermih vrsta u životinjskom svetu je veći od stenotermih.

Intenzitet i brzina životnih procesa larava kukuruznog plamenca (*Ostrinia nubilalis*) su u uskoj zavisnosti od temperature spoljašnje sredine. Tako npr. potrošnja kiseonika raste sa povećanjem temperature (KOŽANČIKOV, cit. STANKOVIĆ, 1962, tab. 2).

Povećanje temperature sredine takođe doprinosi uvećanju intenziteta disanja kod poikilotermih organizama (sl. 10).

Tabela 2. Uticaj povećanja temperature na potrošnju kiseonika larava kukuruznog plamenca (*Ostrinia nubilalis*, KOŽANČIKOV, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Spoljašnja temparatura	Potrošnja O_2 $mm^3/g/h$
–12	2,9
–6	15,9
0	21,8
6	50,5
12	95,3
20	265,3



Slika 10. Intenzitet disanja insekata na različitim temperaturama: 1. larva strižibube, 2. larva potkonjaka, 3. lutka kupusara, 4. lutka repinog belca, 5. jaja putničkog skakavca (LOZINA-LOZANSKI, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Temperatura i preživljavanje

Optimalna temperatura za život mnogih fitoparazitnih nematoda iznosi oko 15°C, a njihova aktivnost prestaje na temperaturama oko 5°C, kao i iznad 30°C, izuzev vrsta koje žive u termalnim vodama. Optimalna temperatura za reprodukciju *Heterodera schachtii* iznosi 27,5°C, larve počinju da se kreću na temperaturi tla od 5,5-6,5°C, a za izlazak iz ciste je potrebna temperatura od 25°C. Ova vrsta je euritermna i temperatura zemljišta nema bitnijeg uticaja na njenu distribuciju. Zbog toga, kao štetočina, ima veoma velik ekonomski značaj širom sveta. Za *Aphelenchoides hamatus* je optimalna temperatura razmnožavanja između 20 i 24°C, ali je interesantno da je ono moguće i na niskim temperaturama (između 0 i 5°C), samo tada teče veoma usporeno. U uslovima postepenog isušivanja podloge preživljava i na temperaturama ispod 0°C. Suptropske i tropske vrste *Meloidogyne javanica, M. arenaria* i *M. incognita* su od manjeg značaja kao štetočine u severnim i hladnim klimatskim područjima pošto ne mogu da prežive u zamrznutom zemljištu. Nasuprot njima, *M. hapla* je poreklom iz severnih krajeva i u zamrznutom zemljištu normalno preživljava, a kao štetočina ima izuzetno velik značaj.

Za vrstu *Ditylenchus dipsaci* (larveni stadijum L_4) karakteristično je da u biljnom tkivu na sobnoj temperaturi može da preživi 23 godine, a u zemljištu, bez prisustva biljke hraniteljke, opstane 2 godine. Istovremeno infektivni juvenilni stadijum na temperaturi zemljišta od 15°C može da preživi 212 dana.

Gale fitoparazitnih nematoda imaju sposobnost višegodišnjeg preživljavanja. Tako vrsta *Anguina tritici* na sobnoj temperaturi može da opstane 28-30 godina, a na temperaturi od 5°C 32 godine. *A. agrostis* na sobnoj temperaturi može da se održi u životu četiri godine.

Jaja i juvenilni oblici *Aphelenchus avenae* dobro podnose niske temperature, dok je imago neotporan.

Temperatura i vlažnost zemljišta su veoma promenljivi faktori, međusobno su povezani i konstantno utiču na brojnost većine vrsta nematoda i njihovu aktivnost.

Toplotni uslovi su veoma važni kao ekološki faktor koji određuje vrstu kulture i izbor plodoreda. Pojedine sorte krompira i šećerne repe sade se rano u proleće, kada je temperatura zemljišta nedovoljna za aktivnost nematoda (*Globodera rostochiensis* i *H. schachtii*), ali je dovoljna za rast biljke. Kasnije, kada biljka hraniteljka dostigne odgovarajuću veličinu, ona postaje otpornija i napad nematoda neće izazvati veće štete.

Niske temperature mogu biti veoma važan redukujući faktor za mnoge vrste štetnih insekata. Za vreme hladne jeseni i zime propadaju svi leptiri i jaja repinog moljca (*Scrobipalpa ocellatella*) ukoliko temperatura od -5°C traje tri dana, a jedinke svih uzrasta gusenica uginjavaju na -10°C već posle ekspozicije od jednog dana. Međutim, ukoliko je snežni pokrivač debljine 30–35 cm, gusenice normalno preživljavaju i na temperaturi od -27°C. Najotporniji stadijum razvića repinog moljca su lutke iz kojih se razvija imago, iako su tri dana izložene temperaturi od -10°C (PETRUHA, 1959; ŠMELEVA, 1954).

Letalno dejstvo niskih temperatura zavisi od dužine njihovog trajanja. Jaja i larve voćne mušice uginjavaju na temperaturi od 4,5 do 7,2°C nakon 7 nedelja. Broj preživelih jaja domaće stenice izloženih dejstvu temperature od -2°C opada sa dužinom trajanja tog dejstva (HASE, cit. STANKOVIĆ, 1962, tab. 3).

Tabela 3. Uticaj dužine letalnog dejstva niskih temperatura na procenat ispilelih larava domaće stenice (HASE, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Trajanje dejstva u danima	% ispilelih larava
3	92,2
10	80,0
20	36,6
35	5,5
39	0,0

U uslovima niskih temperatura neki homeotermi organizmi (prezimari) gube otpornost prema hladnoći što uslovljava opadanje telesne toplote i prelazak u stanje hipotermije. Smanjena otpornost organizma zavisi od stepena niskih temperatura, dužine njihovog dejstva, veličine tela i količine rezervne energije.

Termičko prilagođavanje jedne organske vrste ima velik ekološki značaj i ono predstavlja njihovu plastičnost u odnosu na promenljivost temperaturnih uslova sredine. Međutim, ovaj tip termičke adaptaciije kod poikilotermi treba razli-

kovati od termoregulacionog mehanizma koji je karakterističan samo za homeoterme. Tako su gusenice drugog i trećeg uzrasta leptira metlice najšire adaptirane na različite temperature za razliku od gusenica prvog uzrasta koje su veoma osetljive na temperaturna variranja. U odnosu na donju i gornju granicu optimalne temperature razvića treba istaći da je najuži dijapazon ovih vrednosti karakterističan za stadijum jajeta i gusenica prvog uzrasta, znatno je širi za starije gusenice, pronimfe i lutke, a najširi optimum imaju gusenice u drugom i trećem stadijumu razvoja.

Temperatura direkno utiče na ponašanje poikilotermih organizama tako što njihova aktivnost raste sa povišenjem temperature. Tako je arktički bumbar aktivan već na 4°C. Kretanje domaće muve (*Musca domestica*) na 11°C je veoma slabo, progresivno raste sa povećanjem temperature i najbrže je na 28°C, dok na 40°C muva postaje razdražljiva. Masovan let vaši *Aphis fabae* nastaje na temperaturi 23-30°C (uz relativnu vlažnost vazduha između 60 i 70%).

Temperatura i ishrana

Temperatura vazduha ima velik uticaj na intenzitet ishrane insekata. Npr. jedan imago repine pipe (na temperaturi od 10,3°C za jedan dan pojede svega 4 mm^2 lista šećerne repe, zatim na 20,4°C uništi 34 mm^2, a na temperaturi od 32,2°C čak 143 mm^2, (ČAMPRAG, 1973).

Intenzitet ishrane i količina položenih jaja kod crne i obične repine pipe u direktnoj su zavisnosti sa temperaturom zemljišta. Kada temperatura dostigne 20-23°C izlaze na površinu, a najveća aktivnost im je na 30°C. Sa povećanjem temperature kretanje insekata se ograničava i na 35,5°C sasvim prestaje. Na površini zemljišta najveći broj imaga sreće se u popodnevnim časovima (PETRUHA, 1959). Polaganje jaja započinje već na temperaturi od 3°C, a najveći broj na 27°C (BOGDANOV, 1965, tab. 4).

Dejstvo temperature na razmnožavanje i razviće

Razmnožavanje je usko povezano sa temperaturom sredine, naročito kod poikiloterama. Individualno razviće ove grupe organizama teče brže na višim temperaturama nego na nižim. Npr. dužina embriogeneze jaja *Fasciola hepatica* je u direktnoj zavisnosti od temperature. Tako na 20°C traje 20 dana.

Temperatura, zajedno sa vlažnošću i hranom, veoma utiče na fekunditet (potencijalna plodnost) posebno insekata. Ženke pirinčanog žiška (*Calandra oryzae*) i kukuruznog plamenca (*Ostrinia nubilalis*) produkuju najveći broj jaja na temperaturi od 26-29°C, a čovečija vaš (*Pediculus humanus corporis*) ne produkuje jaja na temperaturama nižim od 25°C.

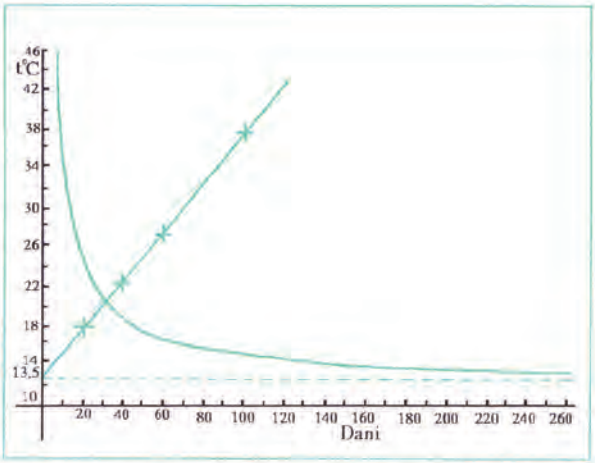
Toplota veoma utiče na povećanje plodnosti i nosivosti ženki pasuljevog žiška (*Acanthoscelides obtectus*). Prosečan fekunditet na temperaturi od oko 20°C iznosi 40 ovula, a na 29°C je 84. Broj položenih jaja (fertilitet) na ovim temperaturama iznosi 36, odnosno 84. Kritična donja granica za funkciju jajnika je oko 22°C. Na temperaturama između 28 i 30°C plodnost se izjednačuje sa nosivošću (fekunditet je jednak fertilitetu). Povećanje temperature aktivira funkciju jajnika naročito

Tabela 4. Uticaj različite temperature na intenzitet ishrane i polaganje jaja imaga crne repine pipe (*Psalidium maxillosum*) i obične repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*), BOGDANOV, 1965.

Srednja dnevna temperatura u °C	Pojedena količina lista repe u mm^2 za 24^h po insektu		Količina položenih jaja 10 ženki u periodu od 28. IV do 21. VII	
	P. maxillosum	B. punctiventris	P. maxillosum	B. punctiventris
	6,5	0,0	7	0,0
2,9	7,4	1,1	90	0,0
6,2	18,0	7,6	95	0,0
10,5	19,9	22,2	115	130
18,1	22,3	28,0	188	268
20,6	22,5	28,0	209	296
23,1	28,4	46,5	312	816
26,9	28,4	46,5	312	816

ženki sa manjom plodnošću kod kojih se za svakih 10°C broj jaja uveća četiri puta (VUKASOVIĆ, 1958).

Temperatura deluje na pojedine stadijume razvoja organizma, a merilo tog dejstva je dužina trajanja pojedinih faza. Donja temperaturna granica razvića gde ono počinje, odnosno gde se zaustavlja, je temperatura praga razvića. Dužina trajanja razvoja kod insekata može se prikazati krivom u obliku ravnostrane hiperbole i relacijom D ($T-t_0$) = C, gde je D ukupno trajanje razvića, T temperatura na kojoj se odvija razviće, t_0 temperatura praga razvića i C konstanta (sl. 11).



Slika 11. Hiperbola dužine razvića voćne mušice (*Ceratitis capitata*) na različitim temperaturama (po BODENHEIMER-u, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Prema tome, termalna konstanta (C) predstavlja proizvod trajanja razvića i efektivne temperature. Vrednost termalne konstante je specifična i različita za pojedine vrste. Leptir sovica (*Plusia gamma*) u severnim predelima ima jednu, a u južnima dve do tri generacije.

Dužina perioda razvića gusenica repinog moljca (*Scrobipalpa ocellatella*) zavisi od toka temperature, a relativna vlažnost vazduha utiče samo na stopu smrtnosti koja se uvećava sa snižavanjem temperature i povećanjem vlažnosti vazduha (tab. 5). Tokom najtoplijih letnjih meseci stadijum gusenice traje oko 17–18 dana, u proleće 3–4 nedelje, a u oktobru 6 nedelja. Prezimljavajuće jedinke provode u stadijumu gusenice i do 200 dana. Ovaj razvojni stadijum se može konstatovati na šećernoj repi tokom cele vegetacije.

Tabela 5. Uticaj različitih temperatura na trajanje dužine razvića pojedinih stadijuma repinog moljca (*Scrobipalpa ocellatella*) sa podacima donje granice razvića i temalne konstante (STANKOVIĆ, A. 1954)

Temepratura i pokazatelji	Dužina trajanja u danima			
	Jaje	Gusenica	Lutka	Imago
18,1-19,9	11,0	22,2	20,6	22,2
21,7-23,6	6,1	16,3	13,6	17,9
27,2	4,2	12,4	10,5	13,1
32,0	3,2	10,1	7,8	10,1
36,0-37,9	2,8	9,1	6,2	8,4
Donja granica razvića u °C	13,1	6,1	12,7	6,8
Termalna konstanta u °C	58,1	261,6	151,5	154,5

Donja granica razvića je 6,1°C, a potrebna suma efektivnih temperatura za ceo razvoj iznosi 262° dana.

Razviće kupusne sovice (*Barathra brassicae*) odvija se na temperaturi od 8 do 31°C (optimum iznosi 20-24,5°C). Dužina trajanja stadijuma gusenice veoma varira i usko je povezana sa ovim abiotičkim faktorom. Zajedno sa pronimfom razviće se na 14°C završava za 62 dana, na 20°C za 30 dana, a na 25°C svega 22 dana (DUSAUSSOY, 1964).

Tabela 6. Dužina trajanja razvića pojedinih stadijuma kupusne sovice *Barathra brassicae* na različitim temperaturama (DUSAUSSOY, 1964)

Stadijumi i uzrasti	Trajanje razvića u danima na tri temperature		
	14°	20°	25°
Jaje	11	5,5	3,5
Gusenica 1. uzrasta	11	5,5	4,0
Gusenica 2. uzrasta	7	3,5	3,0
Gusenica 3. uzrasta	7	3,5	2,5
Gusenica 4. uzrasta	6	3,5	2,5
Gusenica 5. uzrasta	8	4,5	3,0
Gusenica 6. uzrasta	12	6,0	4,0
Pronimfa	11	3,0	2,0
Lutka	50-60	3,0	12-14
Ukupno	123-133	21-23	37-39

Od ukupno 6 uzrasnih stadijuma gusenice kupusne sovice (*B. brassicae*) najduže traju prvi i poslednji (tab. 6). Najstarije jedinke poseduju najširu temperaturnu valencu (euriterme). Dužina života gusenica, u periodu od juna do kra-

ja leta, traje 25 do 35 dana. Sreću se tokom znatnog dela vegetacije (od kraja maja do oktobra), ponekad i u novembru, a sa najvećom brojnošću od juna do kraja septembra. Završetku razvića gusenica, nastalih od kasnije položenih jaja, veoma pogoduje toplije vreme početkom jeseni (ČAMPRAG, 1973).

Donji termički prag razvića za razne stadijume metlice (*Loxostege sticticalis*) je sledeći: za jaja iznosi 11,2°C, za gusenice 9,6°C, za pronimfe 17–18°C i za lutke 12–13°C (KOŽANČIKOV, 1961). Ove vrednosti mogu da variraju zavisno od generacije. Npr. prezimljavajuće nimfe imaju u proleće niži prag razvića (10°C), dok za isti stadijum letnje generacije iznosi 17–18°C. Donji termički prag razvića metlice iznosi 12°C, a suma efektivnih temperatura za ceo ciklus razvoja iznosi 450°C. Za pojedine stadijume razvoja karakteristična je suma efektivnih temperatura i ona iznosi za jaja 35°C, za gusenice 157°C, za pronimfe 30°C, za lutke 121°C, a za sazrevanje imaga 60°C (tab. 7).

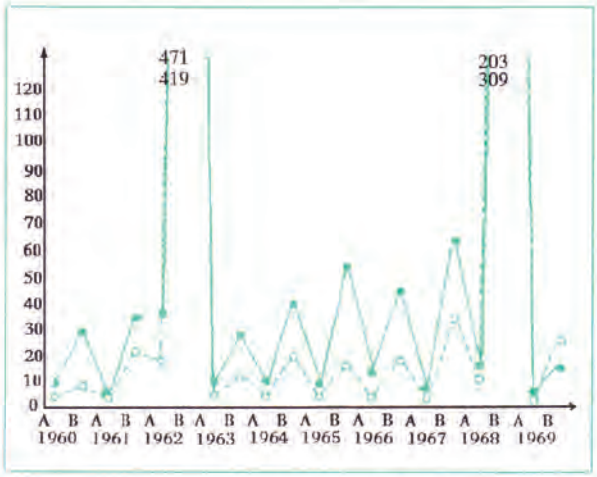
Tabela 7. Temperaturni indeksi razvića različitih stadijuma metlice – *L.sticticalis* (KOŽANČIKOV, 1935; PETRUHA 1959)

Stadijum	Prag razvića (u °C)	Suma efektivnih temperatura (u °C)	Prosečno trajanje razvića (u danima)
Jaje	11,2	35 (20-38)	4-6
Gusenica	9,6	157 (156-160)	14-18
Pronimfa	17,3	30 (24-45)	4-5
Lutka	12,4	121 (107-121)	10-13
Sazrevanje jaja	15,0	60	5-6

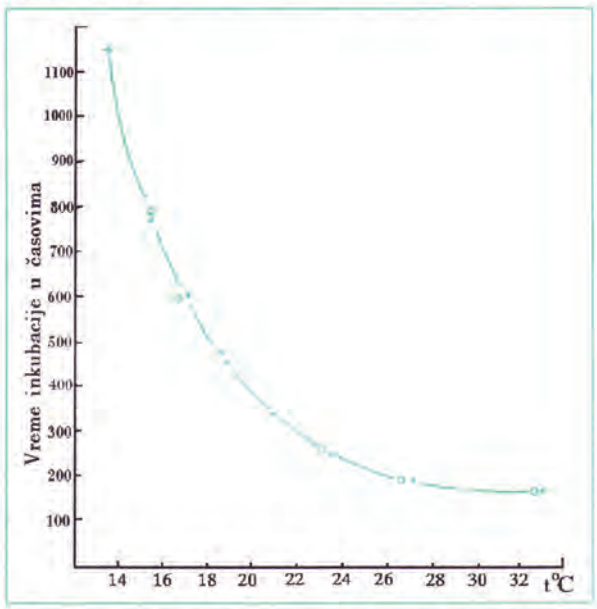
Za potpuno razviće nephodna je suma efektivnih temeperatura od 343°C u trajanju od 32–42 dana (PETRUHA 1959).

U godinama sa toplijim letom konstatovana je veća dinamika brojnosti imaga ozime sovice u Mađarskoj, za razliku od perioda u kojima je leto bilo svežije (sl. 12).

Temperatura istovremeno utiče i na proces inkubacije lutaka kod insekata. Direktna zavisnost između ovih parametara za vrstu *Tenebrio molitor* prikazana je na sl. 13.



Slika 12. Broj ulovljenih leptira ozime sovice (*Scotia segetum*) tokom proleća (A) i leta (B) u Mađarskoj u periodu 1960-1969. godine u području sa toplijim (puna linija) i svežijim letom (isprekidana linija, MESZAROS, cit. ČAMPRAG, 1994)



Slika 13. Trajanje inkubacije lutaka brašnara *Tenebrio molitor* na različitim temperaturama (KROGH, cit. STANKOVIĆ, 1962.)

Delovanje ekstremnih temperatura

Temperature ispod i iznad efektivnih granica postaju ograničavajući faktor za život svake organske vrste. One mogu sprečiti razmnožavanje, razviće, rast i zaustaviti normalnu aktivnost. Ot-

pornost poikilotermih organizama prema niskim temperaturama je veoma različita. Najotporniji podnose vrlo niske temperature (čak do -253°C) i tu spadaju spore gljiva i semenje nekih biljaka, zatim bakterije, ciste *Protozoa, Rotatoria* i *Nematoda*. Manje otporni organizmi uginjavaju na (ili oko) 0°C. Ovoj grupi pripada većina poikilotermih vrsta koje naseljavaju umerene krajeve. Najmanje otporne su one vrste koje uginu iznad tačke mržnjenja vode.

Otpornost organizama prema niskim temperaturama je predmet interesovanja biologa još od vremena kada je REAMUR 1734. godine zapazio da larve nekih insekata ostaju žive i nakon zamrzavanja. Upravo su insekatski sistemi bili osnova za proučavanje otpornosti na niske temperature.

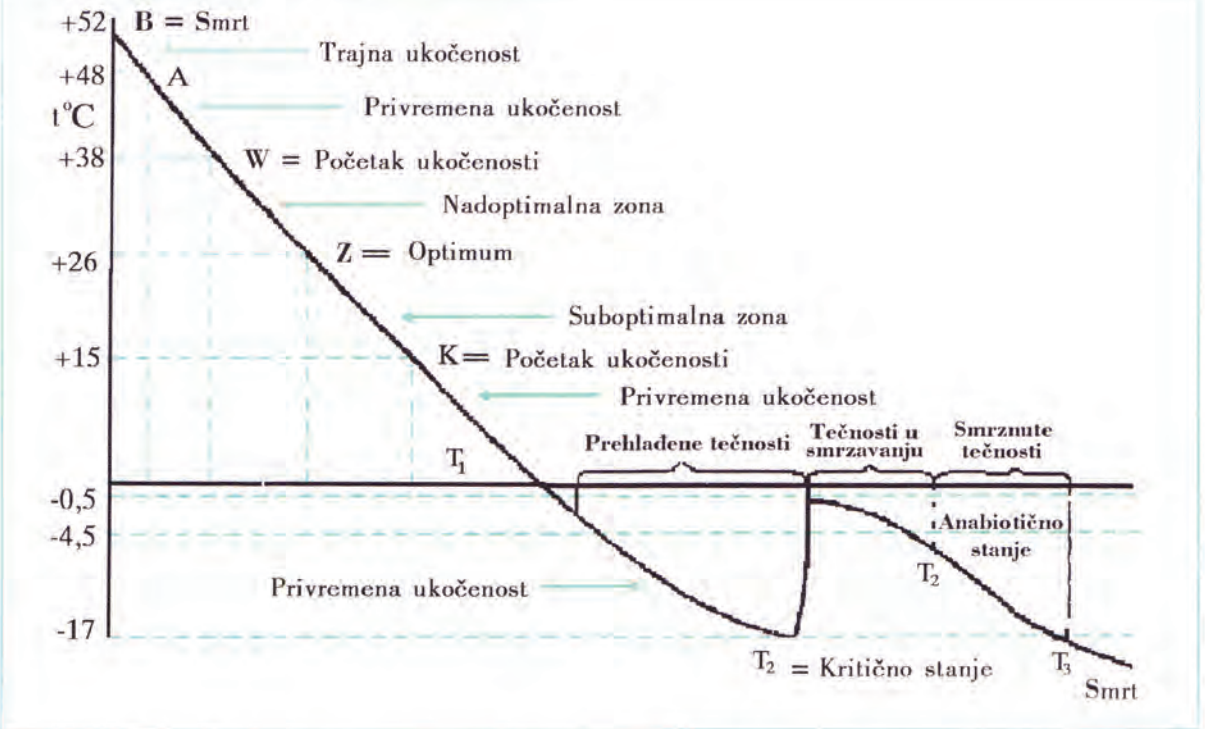
Otpornost poikilotermih organizama (pre svega insekata) prema niskim temperaturama i sprečavanje smrzavanja ranije su objašnjavani fizičkom pojavom prehlađivanja telesne tečnosti sve do određene kritične tačke koja se nalazi ispod tačke mržnjenja (sl. 14).

Prema ovom tumačenju, pojavom prvih kristala leda oslobađa se latentna kristalizaciona toplota, što dovodi do naglog povećanja telesne temperature (na oko 0°C) i na taj način organizam uspeva da preživi. Daljim delovanjem niskih temperatura nastupa smrzavanje telesne tečnosti, dehidratacija, razaranje tkiva usled prisustva kristala i na kraju smrt.

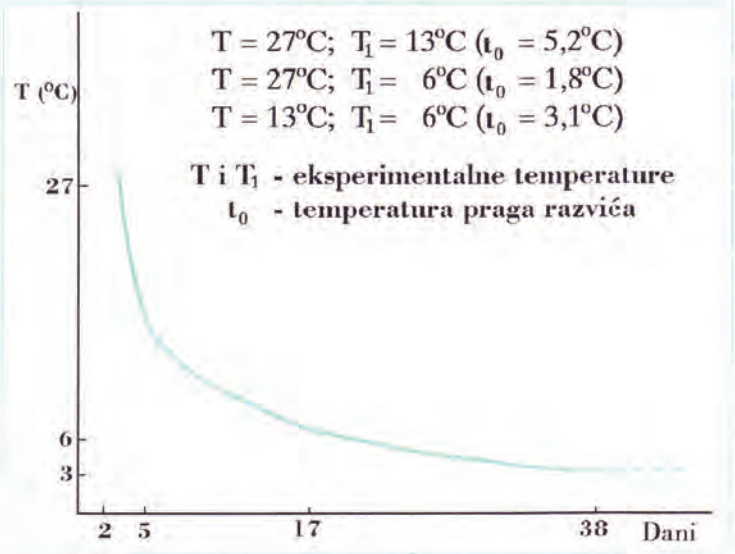
Međutim, pošto organizam nije jednostavan fizički sistem, ovo tumačenje ne može biti u potpunosti prihvaćeno. Stepen prehlađenosti poikilotermih organizama zavisi od niza okolnosti kao što su količina telesne tečnosti, odnos slobodne i vezane vode, dužina delovanja niskih temperatura, aklimatizacija, razvojni stadijum i sezona. Tako se kritična tačka prehlađenosti i tačka mržnjenja znatno menjajuju prema sezoni kod larava drvotočaca (PAYNE, cit. STANKOVIĆ, 1962, tab. 8).

Tabela 8. Promene kritičnih tačaka prehlađenosti i mržnjenja kod larava drvotočaca (°C)

	Spoljašnja temp.	Tačka prehlađenosti	Tačka mržnjenja
Februar	-12,6	-22	-12,8
Jul	+24,0	-2	-0,77



Slika 14. Odnos insekata prema temperaturi (po BAHMETJEVOM, cit. STANKOVIĆ, 1962)



Slika 15. Obrazovanje lutaka i proračunati prag razvića za *Calliphora erythrocephala* (GLUMAC i RUŠKUC, 1990)

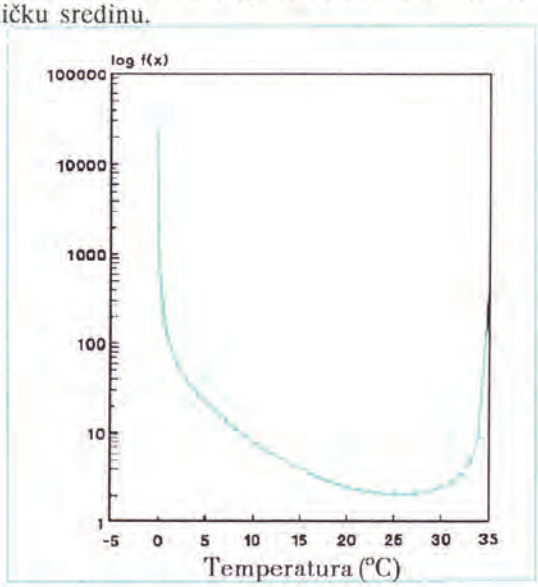
Tumačenje o dejstvu ekstremnih niskih i visokih temperatura dopunjeno je proučavanjima o graničnim oblastima ekstermnih temperatura kod insekata u stadijumu razvoja (gusenice u dijapauzi), gde je delovanje varijabilnih faktora ograničeno (GLUMAC i sar., 1972, 1979). Slična istraživanja na vrstama iz reda *Lepidoptera* nastavljaju KRUNIĆ i BRAJKOVIĆ (1982), BRAJKOVIĆ i sar. (1986), GRUBOR-LAJŠIĆ i sar. (1991).

Istovremeno, lutke muva od samog početka formiranja ukazuju na još neke nove aspekte delovanja ekstremnih temperatura. Istraživanja graničnih niskih temperatura pokazala su da u ogledima sa lutkama muve *Calliphora erythrocephala*, koje su na neki način zatvoren sistem, organogeneza teče i ispod granice teorijski proračunatog temperaturnog praga razvića. Lutke ipak uginjavaju pri dugotrajnom izlaganju ovakvim temperaturama zbog poremećaja odnosa metabolizma vezanog za organogenezu sa metabolizmom vezanim za preživljavanje (sl. 15).

GLUMAC i RUŠKUC (1990) sa razlogom ukazuju da ovaj fenomen ima samo teorijsko-evoluciono značenje. Produženo razviće dovodi do eklozije (izletanja) insekata kada uslovi za opstanak nisu povoljni.

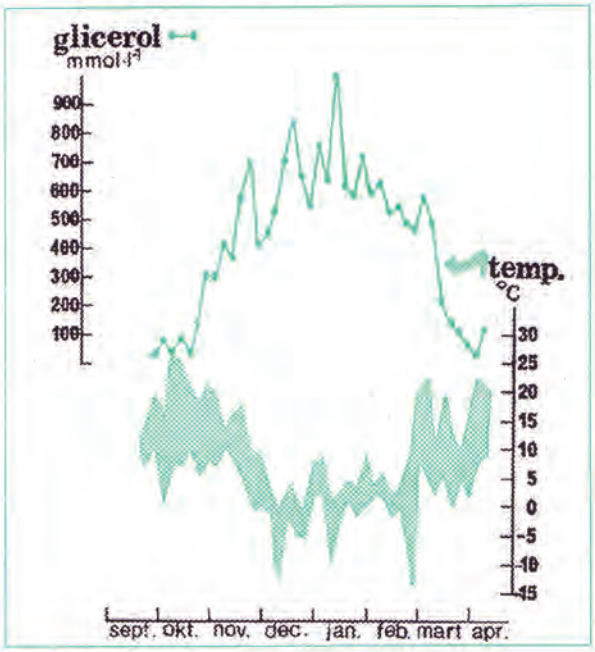
Koristeći eksperimentalne rezultate na osnovu kojih je izračunata teorijska kriva praga razvića, BANOVAČKI i sar. (1996) potvrđuju nalaz prethodnih autora da temperatura praga razvića ima samo teorijski značaj (kriva razvića ne dodiruje ordinatu, sl. 16).

Svi organizmi imaju sposobnost termičke aklimatizacije u sredini u kojoj žive. Intenzitet različitih životnih procesa kod poikiloterama (nivo potrošnje kiseonika, aktivnost fermenata, srčana frekvencija, mišićna delatnost, razdražljivost i dr.) određen je termičkom sredinom. Termičko prilagođavanje organizma na date uslove u novoj sredini je reverzibilan proces i iščezava kada se organizam vrati u prvobitne uslove. Za razliku od termičke aklimatizacije, koja je fiziološkog karaktera, termička adaptacija je nastala tokom evolucije kao nasledna prilagođenost na određenu termičku sredinu.



Slika 16. Ocena teorijske krive praga razvića *Calliphora erythrocephala* – graf funkcije f(x), BANOVAČKI i sar. (1996)

Istraživanja na insektima su pokazala da je izbegavanje letalnog formiranja kristala leda unutar ćelije u osnovi njihove uspešne prilagođenosti nepovoljnim zimskim uslovima. U prirodnoj sredini insekti, izloženi temperaturama često daleko ispod nule, razvili su dve vrste strategije za preživljavanje: a) izbegavanje zamrzavanja ili b) tolerisanje i čak podsticanje ekstracelularnog formiranja kristala leda. Ova pojednostavljena slika krije veoma širok scenario različitih adaptacija u okviru biologije i ekologije svake pojedine vrste, uzimajući u obzir razvojni stupanj, sezonu, temperaturu, dužinu izlaganja niskim temperaturama i mnoge druge faktore (SALT, 1961). Razne vrste adaptacija (izbor toplih staništa, izbegavanje inokulativnog zamrzavanja), fiziološke promene (prelazak iz aktivnog u stanje mirovanja) i biohemijske adaptacije (sinteza specifičnih proteina i krioprotektora male molekulske mase) su različiti nivoi ispoljavanja ove prilagođenosti, poznati ne samo za insekte nego i za druge poikiloterme organizme.



Slika 17. Koncentracija glicerola (⟷) u hemolimfi evropskog kukuruznog plamenca *Ostrinia nubilalis* u periodu septembar-maj 1988/1989. g. (⟷) – dnevne maksimalne i minimalne temperature), GRUBOR-LAJŠIĆ i sar., 1991.

Kod insekatskih vrsta koje su netolerantne na ekstremno niske temperature strategija izbegavanja zamrzavanja postiže se snižavanjem tačke mržnjenja telesnih tečnosti (pothlađivanje) sintezom antifriz-supstanci. Poznate su dve klase ovih jedinjenja: polihidroksilni alkoholi (polioli) i antifriz-proteini. Polihidroksilni alkoholi su jedinjenja male molekulske mase koja su i pri visokim koncentracijama (4–5M) netoksična i koja svojim koligativnim osobinama snižavaju tačku mržnjenja telesnih tečnosti. Među najpoznatijim poliolima sa antifriz-osobinama je glicerol, a često se sreću sorbitol i manitol (LEE i DENLINGER, 1991). Značajne sezonske promene koncentracije poliola utvrđene su kod velikog broja prezimljujućih vrsta insekata (sl. 17).

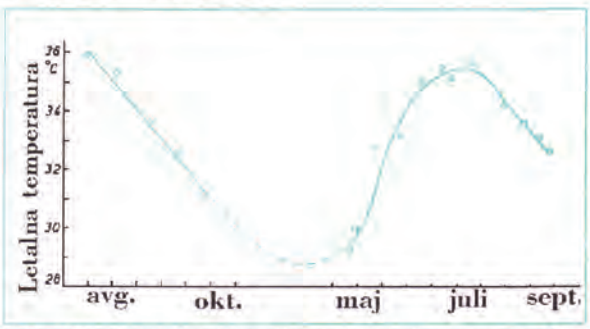
Antifriz-proteini, prvi put otkriveni u krvi riba koje zive u hladnim morima, nađeni su i kod mnogih insekata i drugih beskičmenjaka (STOREY i STOREY, 1982). Oni ne samo da snižavaju temperaturu zamrzavanja ekstracelularne tečnosti već sprečavaju dalji rast stvorenih malih kristala leda, što je posebno važno u zaštiti od inokulativnog zamrzavanja.

U osnovi strategije na zamrzavanje tolerantnih vrsta insekata je ekstracelularno formiranje kristala leda pri relativno visokim temperaturama (između 0°C i -10°C). Na ovaj način se sprečava intracelularno letalno zamrzavanje. Nastanak kristala leda u ekstracelularnoj tečnosti povećava njenu osmotsku koncentraciju, što ima za posledicu dehidrataciju ćelija i povećanje koncentracije unutar ćelije. Na ovaj način se snižava tačka mržnjenja same intracelularne tečnosti i izbegava njeno zamrzavanje. Inicijatori kristalizacije identifikovani su u hemolimfi mnogih insekata otpornih na zamrzavanje, kao specifični proteini (DUMAN i sar., 1984). Delujući kao jezgra oko kojeg se formiraju kristali leda, ovi proteini u hemolimfi provociraju njihovo formiranje. Iznenađujuće je da je u hemolimfi mnogih, na zamrzavanje tolerantnih vrsta insekata utvrđeno i prisustvo antifriz-proteina. Dobra izbalansiranost koncentracije proteina inicijatora kristalizacije i antifriz-proteina je neophodna da bi rast kristala bio kontrolisan (oni su uglavnom vrlo mali), a moguća oštećenja kristalima leda svedena na minimum. Međutim, zaštita ćelija od prekomernog gubitka vode je preduslov njihove uspešne adaptacije. Utvrđeno je da i ove na zamrzavanje tolerantne vrste insekata sintetišu poliole (glicerol, sorbitol) koji zajedno sa nekim šećerima (trehaloza, glukoza) imaju ulogu krioprotektora (STOREY i STOREY, 1989). Vezivanjem vode krioprotektori povećavaju količinu (vezane) vode i

tako štite membrane i druge ćelijske strukture i održavaju nativnu strukturu biomolekula.

Istovremeno se stanje otpornosti prema visokim temperaturama povećava sa smanjenjem količine telesne tečnosti, što je pokazano u mnogobrojnim eksperimentima sa različitim vrstama insekata. Eksperimenti sa gusenicama kukuruznog plamenca (*O. nubilalis*), koje su tokom produženog vremena izložene povišenim temperaturama ispod granice direktnog letalnog delovanja, pokazuju da se posle obamrlosti mogu bez posebnog tretmana reanimirati, a do uginuća larava dolazi usled oštećenja lokomocije i koordinacije aktivnosti. Preživljavanje je u upravnoj srazmeri ne samo sa apsolutnom visinom temperature nego i sa dužinom vremena ekspozicije. U ekstremno povišenim temperaturama do propadanja organizama dolazi pre denaturacije. Ove rezultate su dopunili GLUMAC i sar. (1979) ukazujući da visoka temperatura može delovati i kao stresni faktor sa promenama koje izaziva na neurosekretornom sistemu gusenica.

Eksperimenti sa dejstvom visokih temperatura na američkog patuljastog soma pokazuju da se letalna granica menja zavisno od temperature aklimatizacije. Ove vrednosti su više u letnjim mesecima, a niže u toku zime. Treba posebno istaći velik značaj perioda prethodnog prilagođavanja koji je značajan kako za donju tako i za gornju letalnu termičku granicu, što ima velik ekološki značaj (sl. 18).



Slika 18. Sezonsko kretanje otpornosti prema visokim temperaturama patuljastog soma (*Ictalurus nebulosus*). Na ordinati su date najniže temperature na kojima uginjava 50% primeraka posle 12^h. Ribe su se aklimatizovale na odgovarajuće temperature sredine (BRETT, cit. STANKOVIĆ, 1962)

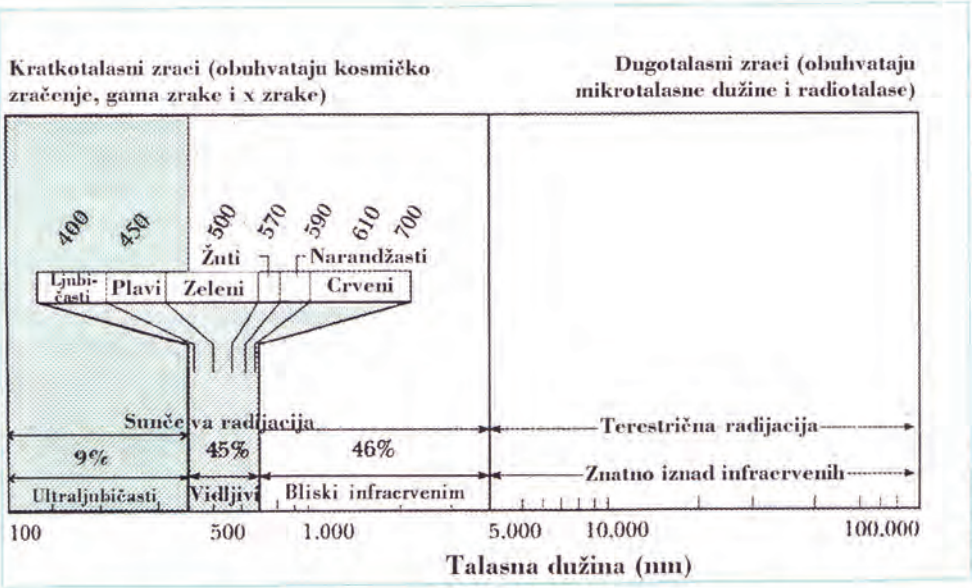
Na visokim temperaturama nastupa stanje hipertermije zbog nemogućnosti organizma da održi normalnu telesnu toplotu. Većina belančevina se denaturiše na temperaturi 50–60°C, ali je gornja letalna granica za mnoge poikiloterme znatno niža. Tako se smrtnost na povišenim temperaturama ne bi mogla objasniti razgradnjom proteina, nego metaboličkim poremećajima koji često prouzrokuju uginuće kasnijih stadijuma razvića. Samo izuzetno stanovnici termalnih voda (bakterije i alge) podnose temperaturu do 88°C.

Temperatura ima velik značaj u odabiranju pogodnog mesta za stanovanje i prostornog rasporeda organizama, te predstavlja adaptivni faktor – termotaksiju.

Svetlost

Svetlost je jedan od osnovnih faktora opstanka života na zemlji i predstavlja izvor energije za fotosintezu autotrofnih organizama. Ona deluje posredno i neposredno na životinje sa različitim ekološkim efektima. Mali je broj životinjskih vrsta koje žive u potpunom odsustvu svetlosti. To su stanovnici pećina i dubinskih morskih zona i oni su morfološki i fiziološki prilagođeni na takve uslove života.

Glavni izvor svetlosne energije u biosferi je sunčevo zračenje bez kojeg se ne bi mogao održati i razvijati život. Otkako je pre 5 milijardi godina u svemiru gravitacionim stezanjem protosolarnog oblaka gasova stvoreno Sunce, ono neprestano u prostor emituje svetlost, toplotu, ultraljubičaste zrake, rendgenske i radio-zrake snagom od 3,86 x 10^{23} kW, što je sto hiljada milijardi puta više nego snaga svih električnih centrala koje danas rade u svetu. Smatra se da na površini Sunca vlada temperatura iznad 6300°K. Sunčeva energija je jedan oblik nuklearne energije koja nastaje spajanjem jezgara lakih hemijskih elemenata. Na Suncu se stvara velika količina energije termonuklearnim reakcijama putem spajanja jezgara vodonika u helijum. Ta se energija oslobađa u obliku svetlosti i toplote. U svakoj sekundi oslobodi se na površini Sunca količina energije koja je jednaka energiji izdvojenoj u eksploziji milion hidrogenskih bombi. Da bi se proizvela tolika količina energije, Sunce se stalno „troši" i svake sekunde je lakše za 4 miliona tona, pošto se fuzijom spaja 600 miliona tona vodonika u jezgra helijuma. Iako se nuklearne reakcije neprestano odvijaju, smatra se da će Sunce stvarati energiju još sledećih 1–2 milijarde godina.



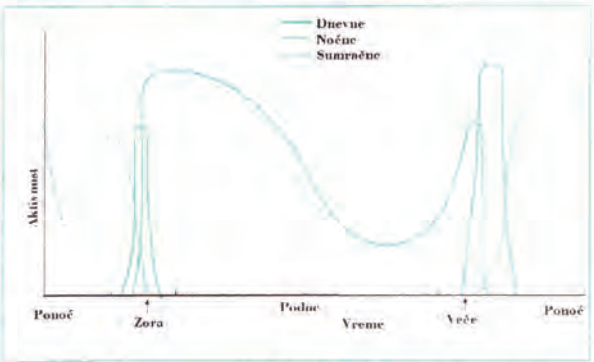
Slika 19. Spektar elektromagnetnih talasa koji dospevaju na Zemlju (iz BREWER-a, 1994)

Od celokupnog zračenja do biosfere dopire samo jedan deo koji obuhvata elektromagnetne talase dužine od 200 do 3.500 nm. Zraci talasne dužine od 400 do 750 nm su vidljivi za ljudsko oko, a nevidljivi deo spektra čine ultraljubičasti (ispod 400 nm) i infracrveni (iznad 750 nm). Terestričnu radijaciju karakterišu topli zraci veće talasne dužine koje emituje Zemlja uključujući biosferu, hidrosferu i atmosferu (sl. 19).

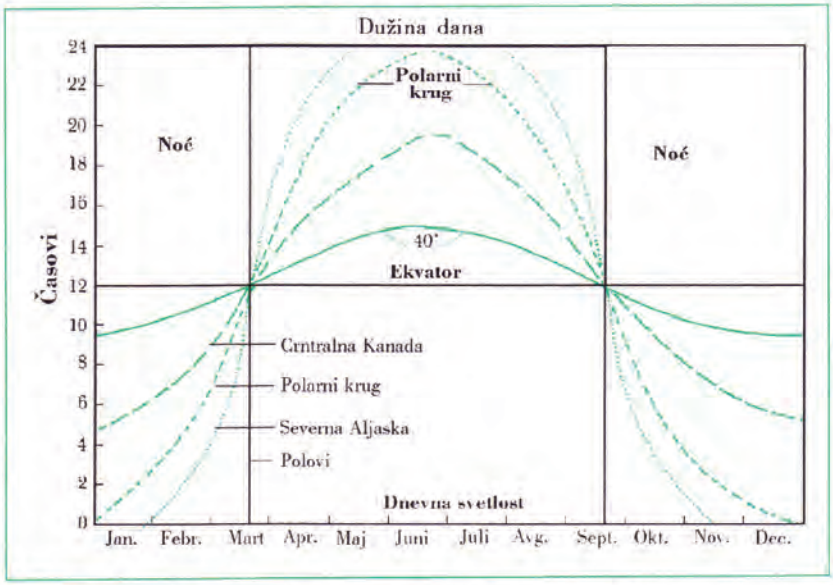
Ozonski sloj zemljine atmosfere apsorbuje deo spektra čija je talasna dužina ispod 390 nm. Živa bića svojim tkivima upijaju potrebnu količinu svetlosti određene frekvencije, a od nepovoljnog dejstva se štite hitinskim omotačem, rožnatim delovima kože, pigmentacijom i zaklanjanjem.

Svetlost ima velik značaj kao faktor orijentacije životinja u prostoru. Zauzimanje određenog položaja organizma prema svetlosnom izvoru naziva se fototropizam. Pojava kretanja životinja pod uticajem svetlosnog izvora bez određenog pravca je fotokineza. Ako se jedinke kreću u pravcu svetlosti, tada su pozitivno fototaksične, dok su negativno fototaksične one koje se kreću od izvora svetlosti. Fototaksične reakcije jedne vrste mogu se menjati sa uzrastom i povezane su sa spoljašnjim uslovima, posebno sa temperaturom. Pčele su na temperaturi iznad 16°C pozitivno fototaksične, a na nižim temperaturama reaguju negativno fototaksično. Reakcija insekata i ptica na veštački svetlosni izvor predstavlja njihovu reakciju prilikom orijentacije u prostoru.

Poseban uticaj na aktivnost životinja imaju ritmičke i periodične promene intenziteta svetlosti kao što su smena dana i noći ili godišnjih sezona. Tako se razlikuju četiri kategorije životinja: dnevne, noćne, sumračne i indiferentne. Tipične dnevne životinje su većina insekata i ptica, zatim rakovi, gušteri, tekunica, svinja i dr. Noćne vrste su stonoge, žabe, mnogi glodari (voluharice i miševi), noćne ptice koje se hrane glodarima i tvor. Sumračne životinje imaju vrhunac svoje aktivnosti u prelaznom periodu između dana i noći (veče i zora) koja se pre svega ogleda u potrazi za hranom, kao što je slučaj kod patuljastog soma (*Ictalurus nebulosus*). Aritmične (indiferentne) vrste ne reaguju na promenu svetlosnog intenziteta i to su npr. mlade gusenice, stepski tvor i dr. Na sl. 20 dat je shematski prikaz intenziteta aktivnosti dnevnih, noćnih i sumračnih životinja.



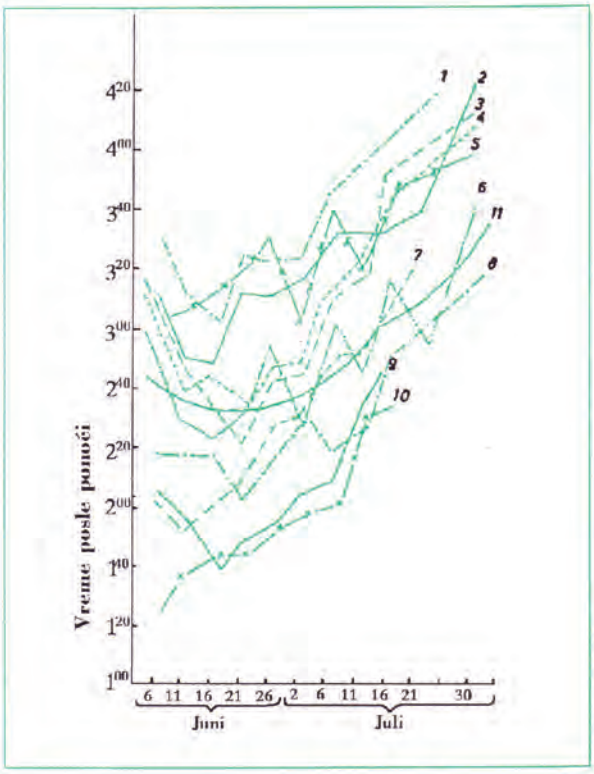
Slika 20. Opšti dijagram aktivnosti dnevnih, noćnih i sumračnih životinja (iz BREWER-a, 1994)



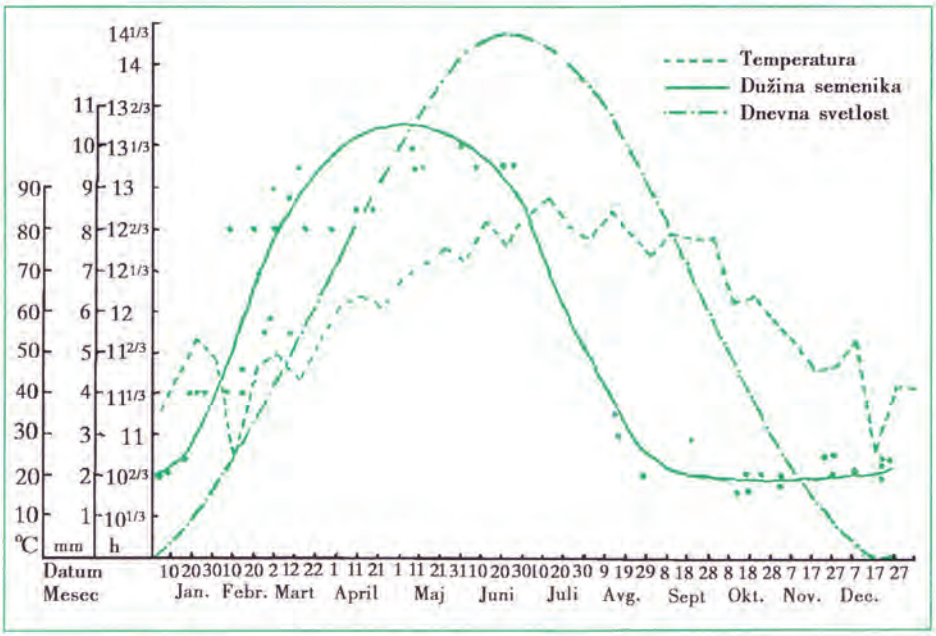
Slika 21. Fotoperiod na različitim geografskim širinama tokom godine (iz BREWER-a, 1994)

Odnos dužine trajanja dana i noći u toku od 24^h se naziva fotoperiod. Na severnoj hemisferi najduži dan je oko 21. juna (letnji solsticijum), a najkraći je oko 21. decembra (zimski solsticijum). Proleće i jesen nastupaju u periodu kada su dužina dana i noći jednake (prolećna i jesenja ravnodnevica koje traju 12^h). Na 42° severne geografske širini najduži dan traje oko 15^h, a najkraći oko 9^h (sl. 21).

Čitav niz životnih pojava zavisi od cikličnih promena svetlosnog režima i ovaj fenomen se naziva fotoperiodizam. Početak dnevne aktivnosti ptica pevačica uslovljen je određenim intenzitetom svetlosti neposredno pre izlaska sunca (sl. 22)



Slika 22. Zavisnost buđenja ptica od intenziteta svetlosti: 1. zeba (*Fringilla coelebs*), 2. siva vrana (*Corvus cornix*), 3. senica (*Parus major*), 4. kraljić (*Regulus regulus*), 5. zviždak (*Phylloscopus trochiloides*), 6. carić (*Troglodytes troglodytes*), 7. drozd branjug (*Turdus pilaris*), 8. crvendać (*Erithacus rubecula*), 9. drozd pevač (*Turdus ericetorum*), 10. kukakvica (*Cuculus canorus*), 11. vreme izlaska Sunca (PROMPTOV, cit. STANKOVIĆ, 1962).



Slika 23. Sezonske promene dužine levog semenika vrapca u vezi sa promenama dužine dana i srednje dnevne temperature, ALLENDER, cit. STANKOVIĆ, 1962.

Sezonske promene svetlosnog režima utiču na ciklus razmnožavanja mnogih organizama. Tako razviće gonada domaćeg vrapca *Passer domesticus* u umerenim krajevima zavisi od dužine dnevnog osvetljenja (kao i od temperature) i period rasta semenika se podudara sa povećanjem dužine dana (sl. 23).

Sitnijim dnevnim pticama neophodna je određena dužina dana za nalaženje potrebne količine hrane, pa im je nepovoljan kratak zimski dan. Promena dužine dana deluje kao signal i stimulans na lučenje gonadotropnih hormona kičmenjaka koji utiču na sazrevanje polnih produkata. Karakteristične periodične pojave, kao što su diapauza kod insekata, mitarenje i migracija ptica i linjanje sisara, povezane su sa sezonskim promenama intenziteta svetlosti. Značaj fotoperiodizma leži u njegovoj sezonskoj određenosti i promenljivosti.

Voda

Voda ima velik ekološki značaj za opstanak živih bića. Ona je primarna sredina postanka života i njegovog održavanja. Voda je unutrašnja sredina organizma i održava tečno stanje koloidne protoplazme u kojoj se odvijaju procesi metabolizma (KLOD BERNAR: *„Kopneni organizmi su mogli izaći iz mora jer su deo morske vode poneli u svojim ćelijama"*). Pored toga učestvuje u reakcijama fotosinteze i u transportu hranljivih materija. Istovremeno je regulator telesne temperature suvozemnih oranizama. Sadržaj vode kod životinjskih vrsta je različit. Punoglavac sadrži 93,2 %, kišna glista 87,8%, a vuneni moljac 42 %. Homeotermni organizmi su veoma osetljivi na gubitak vode. Tako npr. sisari mogu da u procesu gladovanja izgube gotovo sve rezerve masti i polovinu belančevina, ali gubitak vode između 15 i 20% izaziva teške poremećaje i na kraju smrt. Poikilotermi su manje osetljivi na gubitak vode. Kišna glista (*Allolobophora*) može da podnese sušni period tokom kojeg izgubi 61,8% vode, a puževi golaći do 80%.

Organizam reguliše svoje zahteve za vodom, zbog normalnog obavljanja procesa metabolizma, preko razmene sa spoljašnjom sredinom. Celokupni živi svet je uključen u proces kruženja vode na nivou biosfere. U tom procesu vodena para se kondenzuje u atmosferi i transformiše u tečno i čvrsto stanje, akumulirajući se u vodenim bazenima (okeani, mora, jezera, reke), zemljištu, snegu i lednicima.

Vodni balans se kod većine akvatičnih organizama reguliše putem osmoze, dok je kod suvozemnih životinja to znatno složeniji proces. Suvozemni organizmi se snabdevaju vodom tako što je piju (sisari, ptice, gmizavci, vodozemci, puževi i mnogi insekti), unose preko sočne hrane (gusenice, zečevi, miševi), ili apsorbuju iz vazduha (vo-

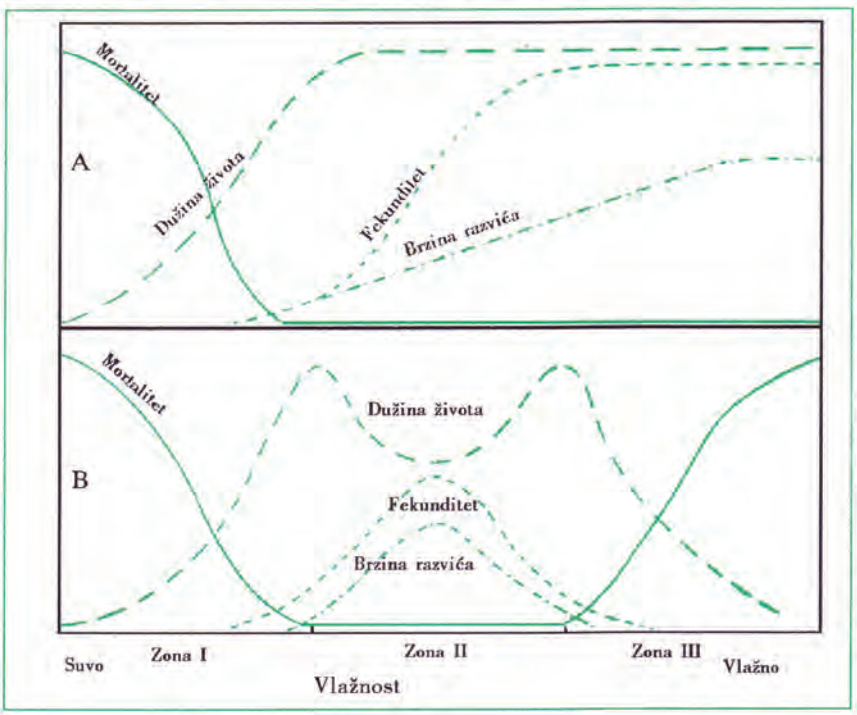
dozemci, neki insekti i puževi golaći). U sušnom periodu kopneni organizmi koriste metaboličnu vodu procesom oksidacije rezervnih materija, posebno masti. Ovo je naročito izraženo kod kamile. Sličan proces se odvija u kokošijem jajetu prilikom embrionalnog razvoja pileta kada se utroši oko 2 cm^3 metaboličke vode.

Odavanje vode je regulisano preko ekskremenata i lučenjem žlezda (znojne žlezde kod sisara). Kopneni organizmi su različito prilagođeni u svojoj zaštiti od gubitka vode. Insekti smanjuju suvišno odavanje vode hitinskim slojem i zatvaranjem stigmi, a kičmenjaci rožnatim delovima kože. Tako npr. sa opadanjem vlage u zemljštu larve mnogih vrsta skočibuba (*Elateridae*) povećavaju stepen ishrane i nadoknađuju gubitak vode iz tela. Zato se u sušnom periodu povećava njihova štetnost (ČAMPRAG, 1973). Skladišne štetočine, brašnar (*Tenebrio molitor*) i moljac (*Ephestia kuehniella*) ekonomišu vodom u telu tako što su u stanju da je reapsorbuju iz ekskremenata i ekskreta Malpigijevih sudova.

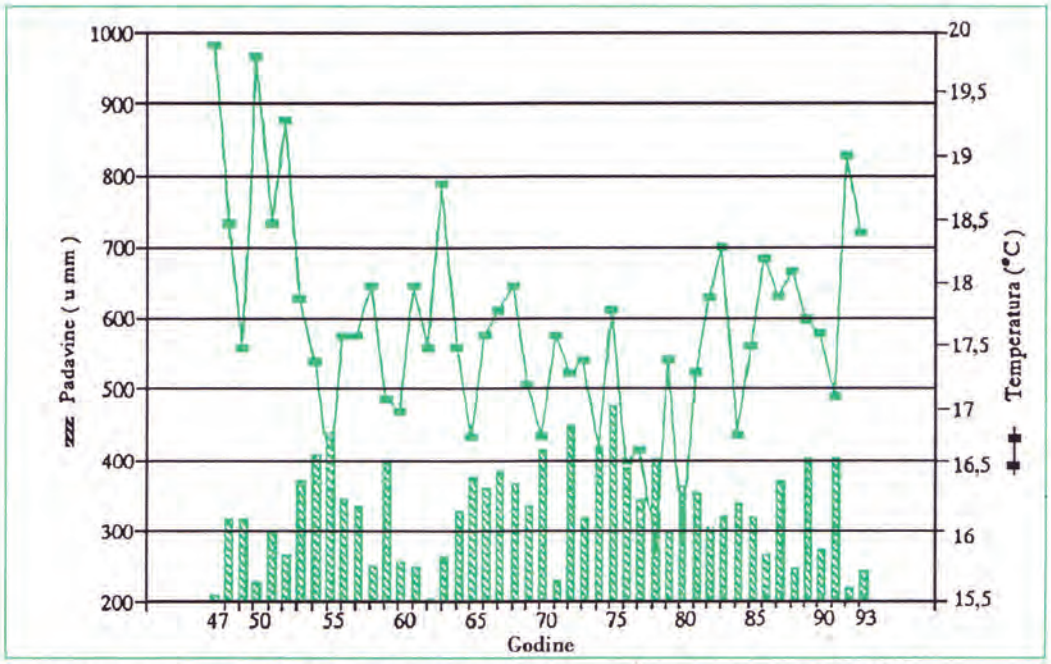
Vlažnost vazduha kod suvozemnih organizama utiče na rasprostranjenje, aktivnost, ponašanje, razmnožavanje, plodnost, dužinu razvića i života. Apsolutna vlažnost podrazumeva ukupnu količinu vodene pare u atmosferi izraženo u g/m^3. Pošto je količina vodene pare koja je potrebna da zasiti vazduh uslovljena temperaturom, relativna vlažnost predstavlja stepen zasićenosti vazduha na datoj temperaturi i iskazuje se u procentima. Razlika između stvarne količine vodene pare i količine potrebne da zasiti vazduh na datoj temperaturi predstavlja deficit zasićenosti.

Na sl. 24 prikazano je dejstvo vlažnosti na dužinu života, plodnost, brzinu razvića i mortalitet kopnenih životinja. Dijagram A se odnosi na organizme koji podnose visoku vlažnost i imaju velik mortalitet u sušnim uslovima. Na dijagramu B prikazane su vrste kojima pogoduje manja količina vlage i mortalitet je visok kako u sušnim tako i u veoma vlažnim uslovima, a najmanja smrtnost je konstatovana u zoni umerene vlage.

Po odnosu na potrebe za vlagom životinjski organizmi mogu biti kserofilni, higrofilni i mezofilni. Kserofilne životinje se sreću u sušnim predelima i kod njih je osnovni ekološki problem zaštita od suvišnog gubitka vode. Tu spadaju atlantski pregalj i neke vrste insekata (kukuruzna i repina pipa, žitna korenova vaš, repin moljac, marokanski skakavac i dr.) pojedine vrste puževa, gmizavci, ptice i sisari. Higrofilne životinje (kišna glista, skočibube, kukuruzne sovice, kukuruzni plamenac, kukuruzna zlatica, rovac itd.) mogu se održati samo u vlažnoj sredini (atmosferi) pošto im je zaštita od suvišnog isparavanja nedovoljno



Slika 24. Hipotetične krive dejstva vlažnosti na dugovečnost, plodnost i brzinu razvića životinja. A – životinje koje podnose visoku vlažnost, B – vrste koje ne podnose visoku vlažnost. Zona I (A i B) i zona III (B) – letalno dejstvo suše odnosno vlažnosti. Zona II – dejstvo vlage na brzinu razvića i na dugovečnost (u B obe krive pokazuju jasan optimum). Na dijagramu A krive se bliže maksimumu na 100% relativne vlažnosti (ANDREWARTH i BIRCH, cit. STANKOVIĆ, 1962)

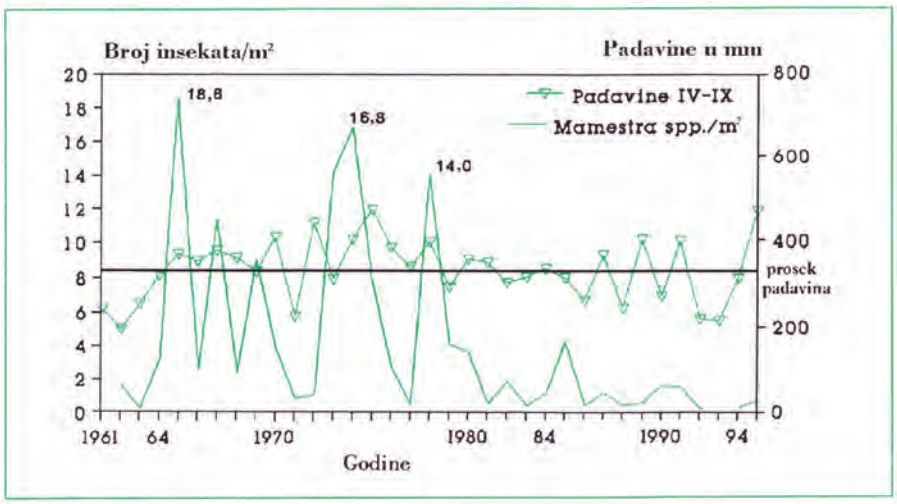


Slika 25. Padavine i temperatura vazduha tokom vegetacije u Vojvodini (ČAMPRAG i SEKULIĆ, 1994)

razvijena. Međutim, u nepovoljnim uslovima vlažnosti deluju adaptivni mehanizmi, zahvaljujući kojima mogu da prežive u određenim stadijumima razvića putem formiranja cista i sl. Ovoj ekološkoj grupi pripadaju i nematode, kišne gliste, puževi golaći, mokrice, larve skočibuba i vodozemci. Najmnogobrojnija je mezofilna grupa u koju je svrstana većina suvozemnih životinja.

Stepen vlažnosti vazduha veoma utiče na ponašanje kopnenih životinja. Pojedine vrste se raspoređuju u prostoru, povezano sa gradijentom vlažnosti, mozaično, tamo gde im vlažnost najviše odgovara. Ovi pokreti prema mestima određene vlažnosti nazivaju se higrotaksije.

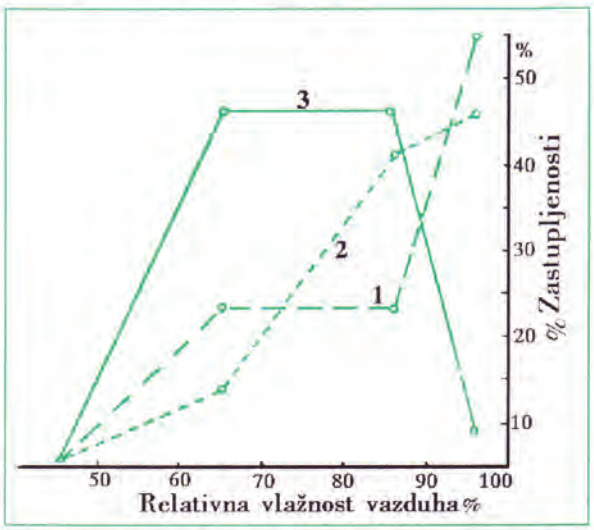
ČAMPRAG i SEKULIĆ (1994) analiziraju uticaj suše na intenzitet pojave više vrsta umereno kserofilnih i kserofilnih štetočina na pet osnovnih ratarskih kultura (kukuruz, pšenica, šećerna repa, suncokret i soja) u Vojvodini između 1947. i 1993. godine. U tom vremenskom razdoblju konstatovano je 16 godina sa sušom u toku vegetacije sa 3 perioda povoljna za masovno razmnožavanje kserofilnih štetočina (sl. 25).



Slika 26. Padavine i lisne sovice u Bačkoj tokom 1961–1995. ČAMPRAG i sar., 1994)

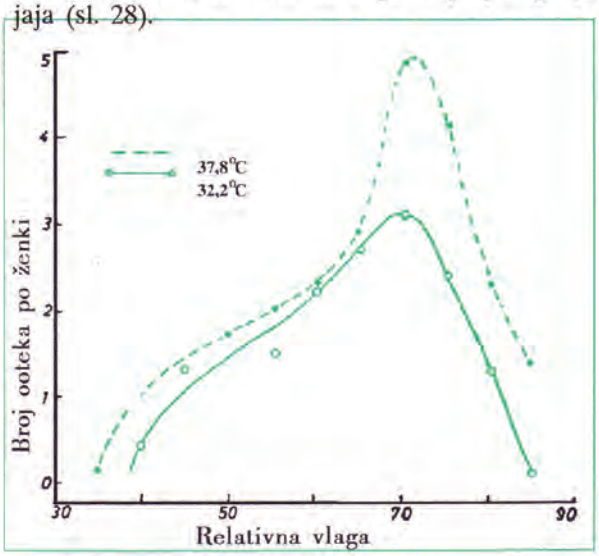
Dinamika populacija higrofilnih vrsta iz roda *Mamestra* (lisne sovice) usko je povezana sa vlažnošću sredine. Ustanovljena je pozitivna korelacija između dinamike brojnosti i količine padavina tokom perioda između 1961. i 1993. godine Najveća brojnost zabeležena je u sedmoj i osmoj deceniji (u proseku 5,9 do 6,5 ind/m^2), kada je bilo više padavina uz nešto nižu temperaturu vazduha. Međutim, poslednjih jedanaest godina karakteriše povećana suša tokom vegetacije, što je uticalo na smanjenje gustine populacija ovih insekata i javljaju se prosečno sa svega 0,9 ind/m^2 (ČAMPRAG i sar., 1994, sl. 26).

Aktivnost pojedinih vrsta žaba vezana je za vlažnost sredine. Mrka livadska žaba i močvarna mrka žaba povećavaju svoju aktivnost proporcionalno sa porastom relativne vlažnosti vazduha, dok se zelena krastava žaba ređe sreće pri vlažnosti vazduha iznad 85% (sl. 27).



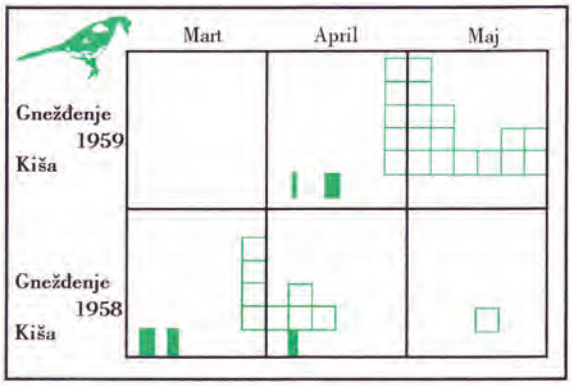
Slika 27. Procentualna zastupljenost pojave mrke livadske žabe *Rana temporaria* (1), močvarne mrke žabe *R. arvalis* (2) i zelene krastave žabe *Bufo viridis* (3) na različitoj relativnoj vlažnosti vazduha (DINESMAN, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Vlažnost vazduha može da deluje na fekunditet pojedinih životinjskih vrsta. Tako broj položenih jaja kod pirinčanog i žitnog žiška raste sa stepenom vlažnosti zrna, a potpuno se zaustavlja pri vlažnosti ispod 10 %. Ženka kukuruznog plamenca (*Ostrinia nubilalis*) u uslovima vlažnosti vazduha od 95% položi 200-250 jaja, na 75% vlažnosti 30–40 jaja, a na 65% ne dolazi do ovipozicije (ĐULIZIBARIĆ, 1966). Ženka putničkog skakavca polaže najveći broj jaja na relativnoj vlažnosti od 70%, dok na 40% prestaje polaganje jaja (sl. 28).



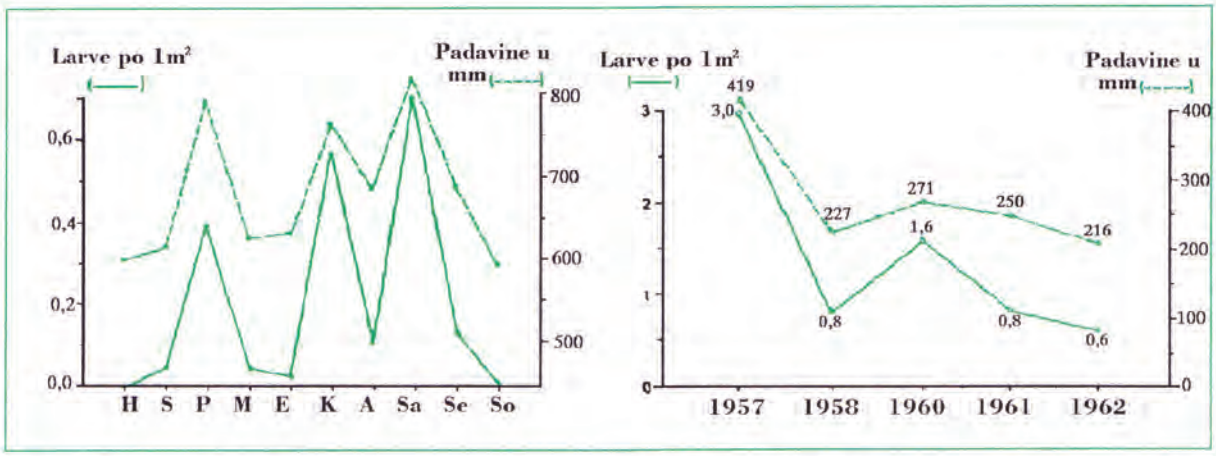
Slika 28. Broj položenih jaja skakavaca *Locusta migratoria* u sredini sa različitom relativnom vlažnošću (HAMILTON, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Pored fotoperioda vrlo značajan uticaj na razmnožavanje ptica ima i pojava intenzivnih prolećnih padavina. Period gnežđenja nekih vrsta ptica započinje 10-15 dana posle velikih kiša. Tako obilne padavine početkom marta uslovljavaju ranije podizanje gnezda, već krajem marta i početkom aprila (sl. 29).



Slika. 29. Uticaj obilnih prolećnih padavina na period gnežđenja nekih vrsta ptica (iz BREWER-a, 1994)

Obilne kiše u vidu pljuska i uz pomoć vetra značajno utuču na smanjenje brojnosti lisnih vaši na gajenim biljkama. Povećana vlažnost takođe



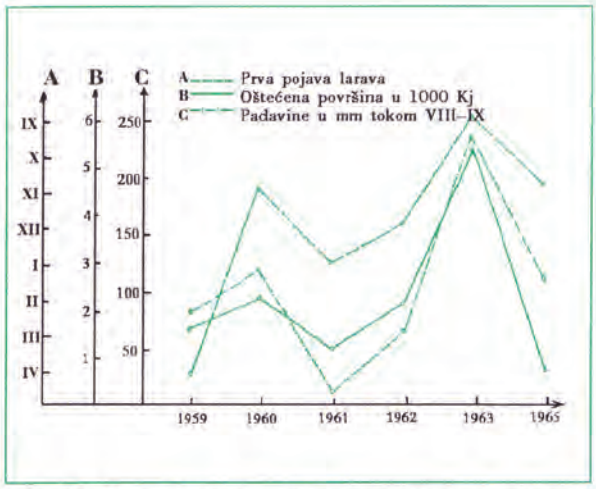
Slika 30. levo – Uticaj godišnjih taloga u 1951. godini na deset lokaliteta u Mađarskoj, na obrazovanje populacije larvi skočibuba (*Elateridae*, TOTH, cit. ČAMPRAG, 1994); desno – Uticaj količine taloga za vreme vegetacije u Vojvodini u okolini Novog Sada na dinamiku brojnosti larvi skočibuba (ĐURKIĆ, cit. ČAMPRAG, 1994)

doprinosi razvoju entomofagih gljiva koje mogu da regulišu brojnost insekata. Njihovom napadu su naročito izložene insekatske vrste koje žive u zemljištu, ili u zaklonjenim mestima gdu su uslovi zadovoljavajući, naročito u pogledu vlažnosti i toplote.

Veliko variranje količina i rasporeda vodenog taloga u rano proleće (zajedno sa temperaturom) utiče na stepen šteta prouzrokovanih napadom repine pipe, kukuruzne pipe, buvača i drugih štetnih insekata. Povoljan uslov za razvoj populacija ovih insekata predstavlja duži period bez kiše ili sa neznatnim padavinama uz povećanje temperature vazduha. Štete su znatno manje ukoliko tokom aprila i maja padaju češće i obilnije kiše, pri nižim temperaturama. Korelacija između ovih klimatskih faktora i brojnosti populacija ovih štetočina je veoma visoka, sa koeficijentom od 0,83 (ČAMPRAG, 1963).

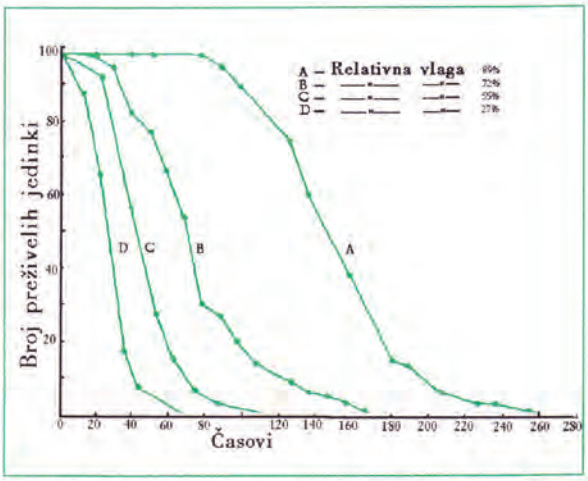
Kod skočibuba (*Elateridae*) je za embrionalno razviće, piljenje larvi i početni period njihovog razvoja, pored toplijeg vremena, potrebna i zadovoljavajuća količina padavina, naročito krajem proleća i tokom leta. Između ovih parametara postoji direktna povezanost (sl. 30, ĐURKIĆ, 1963).

Na osnovu višegodišnjih ispitivanja u Mađarskoj konstatovana je pozitivna i visoka korelacija između količine padavina u periodu avgust-septembar i brojnosti larvi žitnog bauljara tokom jeseni (sl. 31).



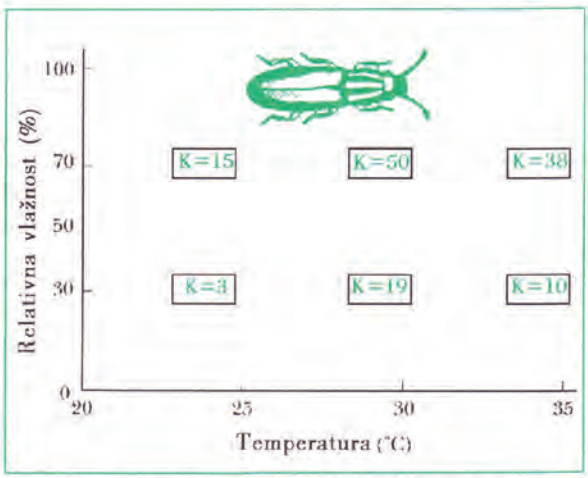
Slika 31. Uticaj količina padavina u periodu avgust-septembar na štetnost larvi žitnog bauljara *Zabrus tenebrioides* Goez. tokom jeseni na području Mađarske (NAGY, 1966)

Mnogobrojni eksperimenti pokazuju da dužina života i smrtnost kopnenih organizama veoma zavisi od vlažnosti sredine. Prekomerni gubitak vode iz tela može da prouzrokuje smrtnost organizma. Dužina života buve pacova, prenosnika kuge (*Xenopsylla cheopis*) direktno je proporcionalna sa povećanjem relativne vlažnosti vazduha i živi duže u uslovima veće vlažnosti (sl. 32).



Slika 32. Dejstvo različite vlažnosti na dužinu života buve *X. cheopis* pri relativnoj vlažnosti od 89% (A), 72% (B), 55% (C) i 27% (D), BACOT i MARTIN (cit. STANKOVIĆ, 1962)

Prilikom analize dejstva vlage na organizme treba imati u vidu da je ovaj faktor u sadejstvu sa temperaturom. Brzina razvića na istim temperaturama raste sa stepenom vlažnosti vazduha, što se može ilustrovati na primeru insekata štetočina skladišta (sl. 33).

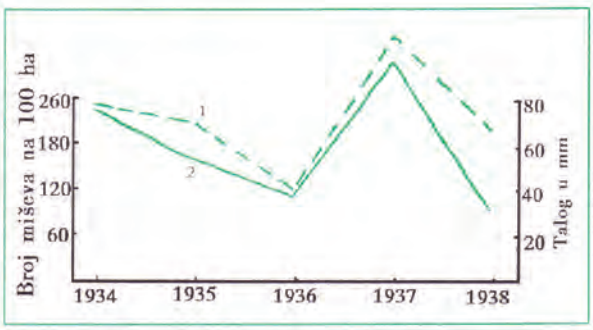


Slika 33. Zajedničko dejstvo temperature i vlažnosti na gustinu populacije (iz BREWER-a, 1994)

Kod mnogih sitnih glodara plodnost ženki takođe zavisi od stepena vlažnosti staništa i hrane. Optimalni uslovi za razmnožavanje poljske voluharice *Microtus arvalis* su tokom jula i avgusta, kada je visina vodenog taloga između 55 i 60 mm, a u septembru najmanje 40 mm (STRAKA, 1967). Kod suvozemnih organizama je i dužina života isto tako zavisna od vlažnosti jer gubitak vlage iz tela, ispod određene granice, dovodi do smrti.

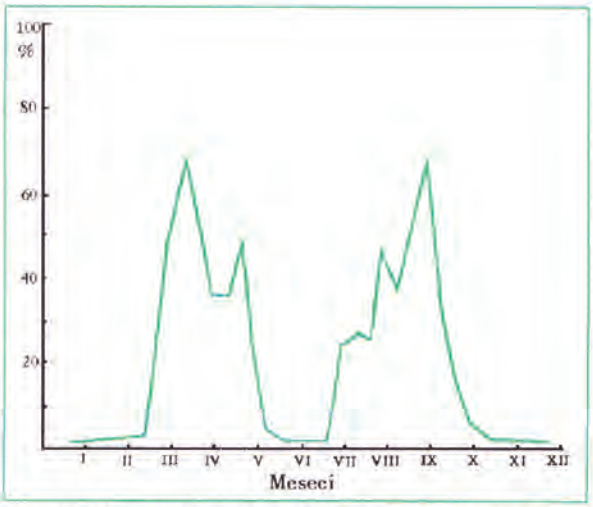
Količina i sezonski raspored vodenog taloga deluju posredno i neposredno na živi svet i bitni su elementi za određivanje tipova klimatskih oblasti. Tako gustina populacija pustinjskog skakavca zavisi od količine padavina jer je za optimalan razvoj jaja potrebna vlažnost zemlje od 100% i temperatura 30°C. Zbog toga se porast populacije javlja u godinama sa većom količinom taloga. Za razliku od prethodne vrste, kukuruzni crv (*Diabtotica virgifera*) se intenzivno razvija u godinama sa sušnim letima. Ova štetočina je uneta u našu zemlju 1990. godine i do 1994. godine je evidentiran porast gustine populacije, njeno širenje i povećanje intenziteta štetnosti pošto suša ne predstavlja limitirajući faktor za ishranu, parenje i polaganje jaja.

Posredno dejstvo vodenog taloga manifestuje se na brojnost miša humkaša (*Mus musculus hortulanus*), u stepskim predelima, pošto obilnije jesenje kiše utiču na klijanje korova kojima se ovi miševi hrane (sl. 34).



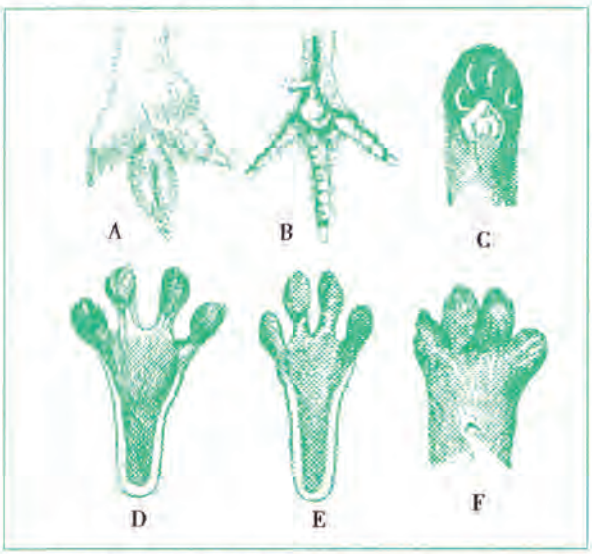
Slika 34. Količina jesenjih padavina (1) i brojnost miša humkaša *Mus musculus hortulanus* (2) u južnoj Ukrajini (NAUMOV, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Kiša može i neposredno da deluje na smrtnost sitnih glodara jer plavi njihove jazbine. Takođe se smanjuje brojnost populacije glodara koji žive u plavnim oblastima u vreme visokih voda. Poplave deluju na razmnožavanje vodene voluharice, tako što ono gotovo sasvim prestaje usled ove vremenske nepogode (sl. 35).



Slika 35. Razmnožavanje vodene voluharice *Arvicola terrestris* u delti Volge 1946. godine. Procenat bremenitih ženki znatno opada u vreme poplave (KONDRAŠIN, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Za suvozemne organizme snežni pokrivač u zimskom periodu ima poseban značaj. Sneg otežava kretanje i ishranu životinja koje su aktivne preko zime. Zato mnoge vrste ptica i sisara, zbog nedostatka hrane, migriraju pre dolaska snega. Međutim, životinje koje žive na snegu (snežna koka, zec, ris) imaju stopala prilagođena za kretanje po ovoj podlozi (sl. 36).



Slika 36. Stopalo snežne koke zimi (A) i leti (B), prednje noge šumske kavkaske mačke (C), zadnje noge severnog zeca (D), zadnje noge evropskog zeca (E) i prednje noge risa (F), FORMOZOV, cit. STANKOVIĆ, 1962.

Pošto snežni pokrivač ima slabu toplotnu provodljivost, debljina snega od 50 cm obezbeđuje na površini zemlje (ispod pokrivača) temperaturu od 0°C, kada je na površini snega temperatura -40°C. Ako je debljina snega manja od 20 cm preživi svega 15% populacije poljske voluharice (*Microtus arvalis*), a ukoliko je ovaj izolacioni sloj deblji od 40 cm ostane u životu 50% populacije (NAUMOV, 1948). U ovakvim uslovima voluharica se aktivno hrani, a u godinama obilnije hrane se i razmnožava.

Od snežnog pokrivača zavisi vlažnost tla, što utiče na dinamiku populacija terestričnih organizama (*Nematoda* i *Oligochaeta*). Jedan od najvažnijih faktora preživljavanja nematoda je nedostatak vlage. Manji broj vrsta, sa širokim spektrom tolerancije na nedostatak vlage, može da preživi više godina. Tako pojedine vrste iz rodova *Ditylenchus* i *Aphelenchoides* koje naseljavaju stabljiku, list ili cvet biljke hraniteljke, mogu da podnesu dugotrajnu sušu. GOODEY (1963) navodi da je vrsta *D. dipsaci* otporna na isušivanje, *D. destructor* je veoma osetljiva, a *D. myceliophagus* se prema osetljivosti na sušu nalazi između dveju prethodno navedenih vrsta.

Topljenjem snega povećava se vodostaj reka u srednjem i donjem toku, pune se stari rukavci i tako se obezbeđuju uslovi za razmnožavanje akvatičnih i drugih organizama (mrest riba, razvoj komaraca itd.).

Vazdušni pokreti

Vidljivi pokreti vazdušnih struja zovu se vetrovi. Nastaju kao rezultat razlika u gustini vazdušnih masa i usled njihovog nejednakog zagrevanja. Vazduh se više zagreva u prizemnim slojevima, više preko dana nego noću, više leti nego zimi, više na polutaru u odnosu na polove i topliji je iznad kopna nego iznad mora. Na taj način nastaju razlike u gustini, što utiče na vazdušna strujanja različitog obima.

Vetar mehanički deluje na živi svet i na njegovo ponašanje. On je pre svega značajan faktor u raseljavanju mnogih životinja. Gusenice gubara (*Lymantria dispar*) mogu biti nošene vetrovima na udaljenosti 30–40 km (STANKOVIĆ, 1962). Imaga leptira *Loxostege sticticalis* (metlica) tokom jednog dana mogu uz pomoć vetra da pređu 60–300 km, ali se pretpostavlja da je ova vrsta sposobna

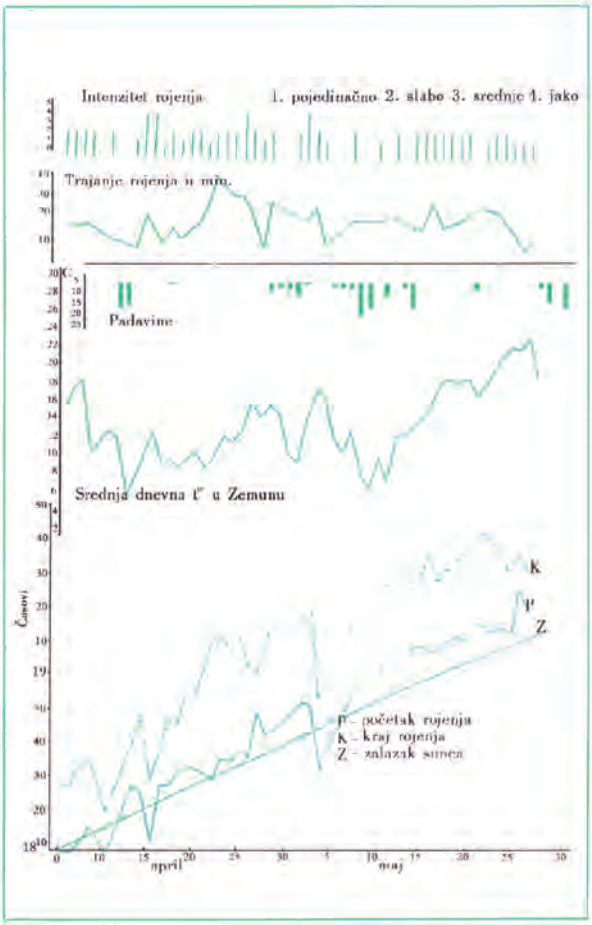
da preleti rastojanje i veće od 1000 km (ČAMPRAG, 1976). Vetar omogućuje prenošenje pauka, pomoću ispredene niti koja ima ulogu jedra, kao i migracije pustinjskih skakavaca koje se poklapaju sa pravcima duvanja dominantnih vazdušnih struja.

Intenzivni vazdušni pokreti pojačavaju isparavanje i tako utiču na vodnu i toplotnu razmenu suvozemnih organizama. Jugoistočni vetar košava, koji duva kod nas, isušuje zemljište i povećava intenzitet transpiracije biljaka.

Zajedničko dejstvo klimatskih faktora

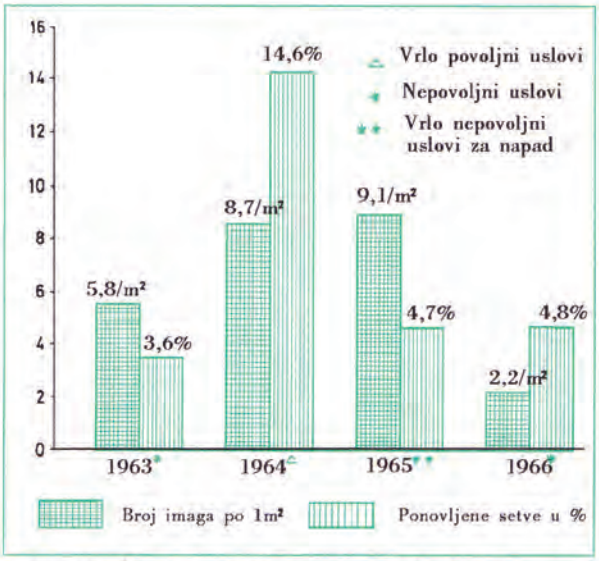
Klimatski faktori uvek deluju kompleksno i uzajamno se uslovljavaju. Dejstvo svakog od njih je pod uticajem ostalih, zajedničkim delovanjem postaju modifikovani, a organizmi reaguju na ukupni efekat povezanog klimatskog kompleksa. Tako su temperatura i vlažnost usko povezani i zavise jedno od drugog. Promena temperature utiče na vlažnost pošto su isparavanja veća na povišenim temperaturama, dok u uslovima viših temperatura i smanjene vlažnosti kopneni organizmi reaguju povećanim odavanjem vode. Temperatura i vlažnost deluju kompleksno na skup životnih pojava kao što su metabolizam, plodnost, razmnožavanje, razviće i dužina života. Dejstvo jednog faktora može da izmeni delovanje drugog, a kao rezultat se javlja novi modifikovani faktor sa integralnim uticajem.

Rojenje malog gundelja (*Miltotrogus pilicollis*), sutonskog letača, se dovodi u vezu sa određenim intenzitetom svetlosti, temperaturom i količinom vlažnosti. Prema nekim laboratorijskim posmatranjima, svakodnevno tipično rojenje je rezultat reakcije organizama na dejstvo oblačnosti, mesečine i niza drugih faktora. Tako su početak i kraj rojenja u neposrednoj zavisnosti od uticaja određenog dela spektra sunčevih zračenja. Zatim je izbor mesta rojenja usko povezan sa prisustvom nekih vrsta drveća i žbunja, čijim listom se hrani imago. Klimatski faktori, temperatura i vlažnost, predstavljaju preduslov za početak rojenja i istovremeno utiču na njegov intenzitet (NONVEILLER, 1960). Kompleksno dejstvo klimatskih faktora (svetlost, temperatura i padavine) na intenzitet, trajanje, početak i kraj rojenja malog gundelja (*M. pilicollis*), prikazano je na sl. 37.



Slika 37. Podaci o rojenju malog gundelja (*M. pilicollis*) u zavisnosti od nekih klimatskih faktora (NONVEILLER, 1960)

Napad obične repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*) i intenzitet štete u proleće, kada se ona hrani, u uskoj je zavisnosti ne samo od gustine populacije imaga nego i od klimatskih uslova. Početkom vegetacionog perioda 1965. godine u Bačkoj je konstatovana visoka brojnost imaga koji, u nezadovoljavajućim vremenskim uslovima za ishranu, nije izazvao očekivane veće štete (ČAMPRAG, 1969). Međutim, ako u proleće nastupi period dužeg suvog i toplog vremena, čak i populacija sa manjom gustinom imaga može načiniti veoma značajne gubitke. Tako je 1964. i 1965. godine u Bačkoj konstatovana visoka brojnost imaga repine pipe. U prvoj godini su nastale velike štete prouzrokovane povoljnim uslovima za ishranu ovog insekta za razliku od 1965. godine (sl. 38).



Slika 38. Štetnost obične repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*) u Bačkoj u peiriodu 1963–1966. godine u zavisnosti od brojnosti imaga i vremenskih uslova tokom napada (ČAMPRAG, 1973)

Ekološki optimum

Optimalne vrednosti temperature i vlažnosti za pojedine organizme i njihove životne procese veoma su različite. Idealni ekološki optimum odgovarao bi najboljoj kombinaciji faktora koji bi obezbedili najveći mogući porast populacije jedne vrste uz najmanji mortalitet, najbrže polno sazrevanje, najveću plodnost i najbrže razviće.

Ogledi sa kombinovanim dejstvom temperature i vlažnosti hrane na pirinčanog žiška *Calandra oryzae* pokazuju stopu smrtnosti u toku razvića (sl. 39).

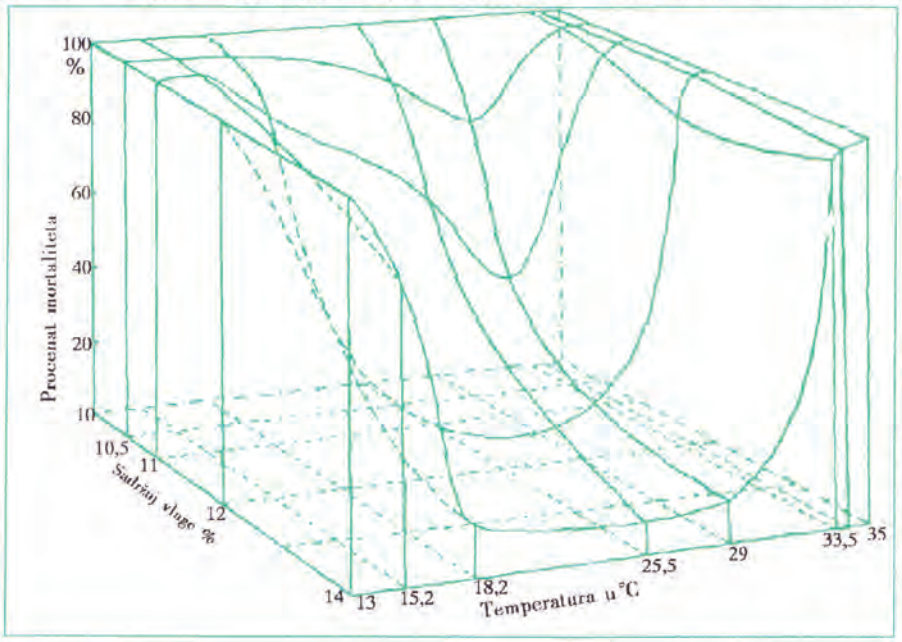
Istovremeno ženka pirinčanog žiška (*Calandra oryzae*) polaže najveći broj jaja (preko 300) kada je vlažnost zrna 13,5 %, a temperatura 25-30°C (sl. 40).

Klimatogrami

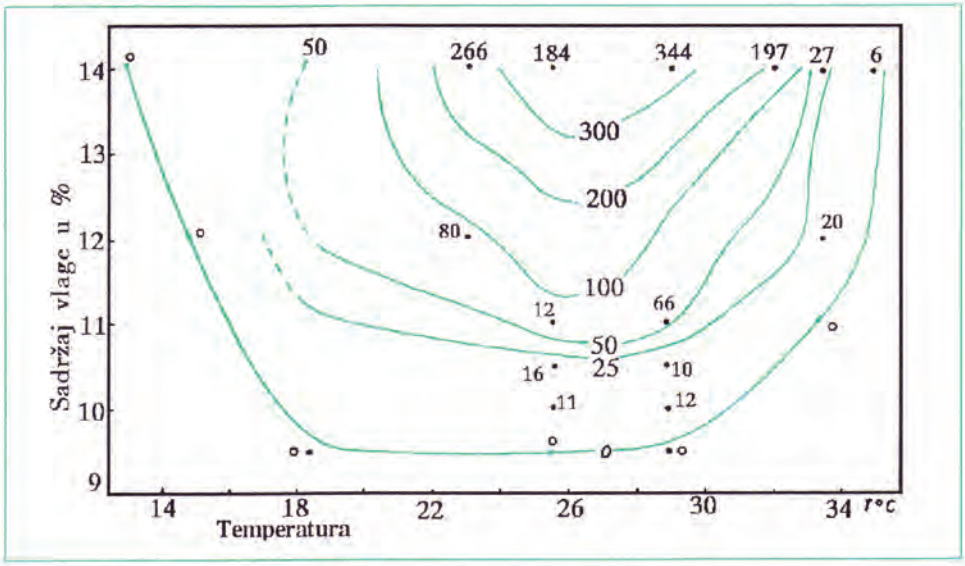
Unošenjem srednjih mesečnih vrednosti temperature i vlažnosti u koordinatni sistem dobija se dijagram u vidu izlomljene zatvorene linije koji se naziva klimatogram. Najpoznatiji je klimatogram po WALTER-u koji omogućuje poređenje klimatskih uslova i prognozu rasprostranjenja, održavanja i razvića jedne organske vrste u određenim oblastima (sl. 41). Ova metoda se široko primenjuje jer se uz pomoć klimatograma može analizirati ekologija jedne vrste.

Dopunjeni klimatogram sa obeleženim graničnim vrednostima optimalnih uslova temperature i vlažnosti se zove bioklimatogram.

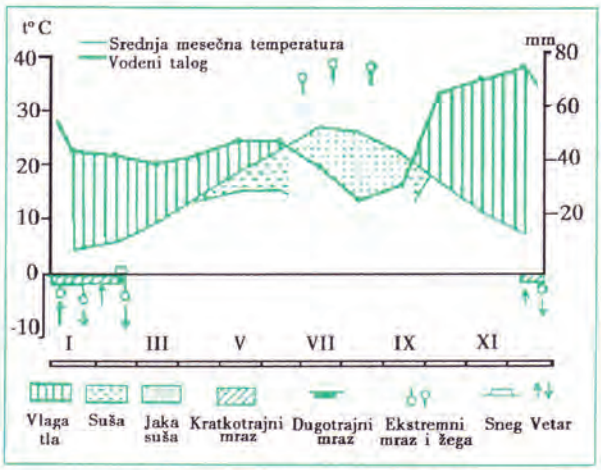
Masovna pojava marokanskog skakavca u Vojvodini može se objasniti primenom bioklimatograma. Suvo i toplo leto, zabeleženo u Banatu



Slika 39. Stopa smrtnosti mladih stadijuma razvoja pirinčanog žiška *Calandra oryzae* u žitu pri različitim kombinacijama temperature i sadržaja vlage (BIRCH, cit. STANKOVIĆ, 1962)



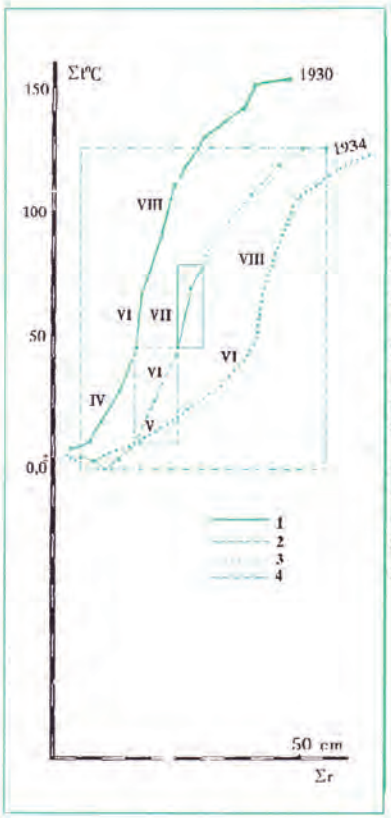
Slika 40. Produkcija jaja pirinčanog žiška *Calandra oryzae* u žitu pri različitim kombinacijama temperature i sadržaja vlage (BIRCH, cit. STANKOVIĆ, 1962)



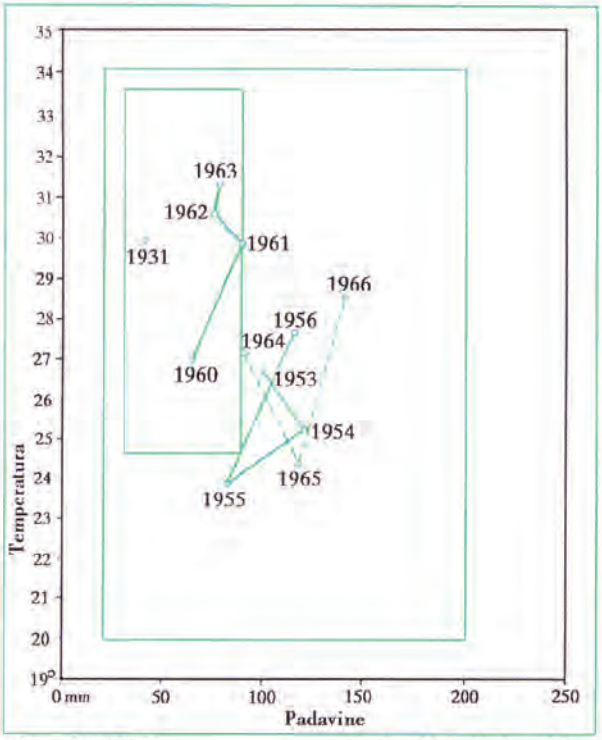
Slika 41. Tip klimatograma po WALTER-u (iz STANKOVIĆA, 1962)

tokom perioda 1927-1933. godine, bilo je veoma povoljno za razmnožavanje i razviće ovog insekta. Izrazito povoljni uslovi, bliski optimumu, vladali su 1930. i 1931. godine i njihov bioklimatogram je predstavljen na sl. 42.

Za razmnožavanje obične repine pipe potrebno je suvo i toplo proleće. Ovakvi uslovi su u Mađarskoj bili zadovoljeni u periodu 1960–1963. kada je zabeležena progradacija, a najintenzivniji napad uopšte je konstatovan još 1931. godine (površina manjeg pravougaonika). Nasuprot tome, hladnija i vlažnija proleća, koja su evidentirana u periodima 1953–1956. i 1964–1966. ne pogoduju umnožavanju ove štetočine (retrogradacioni period, MANNINGER, 1972, sl. 43).

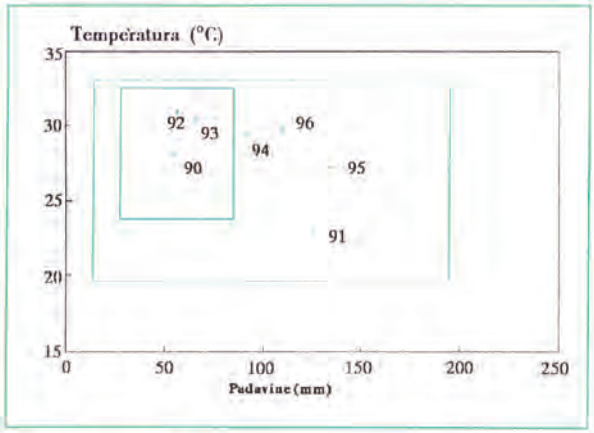


Slika 42. Bioklimatogram marokanskog skakavca *Dociostaurus maroccanus* u Vojvodini 1930/1933. Puna linija – klimatogram 1930. godine koja je bila povoljna: 1. imago, 2. larva, 3. jaja, 4. normalni uslovi za ukupno razviće (MATVEJEV i SIGUNOV, cit. STANKOVIĆ, 1962)



Slika 43. Bioklimatogram na području Bekeščabe (Mađarska) sa povoljnim i nepovoljnim godinama za razmnožavanje obične repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*) prikazano po STEINER-u (MANNINGER, 1972)

Kompleksno dejstvo temperature i padavina na razmnožavanje i razviće obične repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*) u Vojvodini tokom aprila i maja u periodu 1990–1996. prikazano je na bioklimatogramu (sl. 44). Na ordinatu koordinatnog sistema unet je zbir proseka temperatura, a na apscisu zbir suma padavina za pomenuta dva meseca. Na taj način su dobijena tri pravougaonika. U najmanjem pravougaoniku su godine koje pružaju uslove za masovno razmnožavanje ovog insekta, u srednjem pravougaoniku su klimatski uslovi pogodni za umereno razmnožavanje, a u najvećem su godine sa manjim intenzitetom razmnožavanja. Na osnovu dobijenih rezultata za sedmogodišnji period, tri godine su bile povoljne za masovno razmnožavanje, a ostale četiri su pružale umerenije uslove, dok sasvim nepovoljnih nije bilo. Ukoliko bi se nastavili ovakvi vremenski uslovi kao u poslednje tri godine, uz intenzivno i sveobuhvatno suzbijanje, korišćenjem svih raspoloživih mera, mogao bi se očekivati dalji pad populacija ove štetočine, što bi olakšalo gajenje šećerne repe (SEKULIĆ i sar., 1997).



Slika 44. Bioklimatogram repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*) u Vojvodini tokom 1990–1996. godine (SEKULIĆ i sar., 1997)

Pojam makroklime, mikroklime i ekoklime

Osnovni aspekti kompleksa klimatskih faktora su makroklima, mikroklima i ekoklima. Makroklima je srednje stanje vremenskih prilika pojedinih geografskih oblasti koje je izvedeno na osnovu dugogodišnjih posmatranja. S druge strane, lokalne kombinacije klimatskih uslova na prostorno ograničenim mestima čine mikroklimu (klima ptičijeg gnezda, mravinjaka, mesta ispod kamenja). UVAROV (1931) uvodi u ekologiju pojam ekoklime koja obuhvata sumu ekoloških faktora jednog biotopa. U pojedinim biotopima iste makroklimatske oblasti vladaju različiti mikroklimatski uslovi. Tako temperatura površine tla šume u 13^h može da bude niža za 12°C u odnosu na temperaturu van šume. Takođe je amplituda temperaturnog kolebanja u šumi znatno manja nego van nje. Za šumu je karakteristična veća relativna vlažnost u odnosu na otvorene prostore (livade, pašnjaci) i ona je uslovljena slabijim isparavanjem koje je povezano sa smanjenim vazdušnim pokretima. Istovremeno se i u samoj šumi na pojedinim spratovima mogu zapaziti različiti klimatski uslovi. Spratovnost mikroklimatskih faktora je takođe izražena u agrobiocenozama. Tako se npr. na poljima pod kukuruzom može izdvojiti šest mikroklimatskih zona koje naseljavaju razne vrste insekata (štetočine korena, donjeg dela stabljike i klijanaca, bušači stabljike, štetočine klipa, štetočine lista i insekti koji sišu,

CHIANG, cit. ČAMPRAG, 1994). Na navodnjavanom zemljištu dolazi do izmene hidrotehničkih i pedoloških uslova, što utiče na pojavu raznovrsnosti i biomase biljaka kao i naselja insekata. U ovim mikroklimatskim uslovima su najmnogobrojnije mezo-, higro- i hidrofilne vrste (MINORANSKI, 1985).

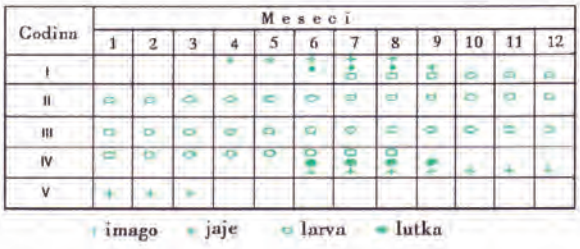
Klimatske oblasti

Klimatske oblasti se karakterišu odlikama makroklime, tj. kvantitativnim odnosima temperature i vlažnosti. Prema temperaturi klimatske oblasti dele se na tropski, suptropski, umereni, hladni i polarni pojas. U odnosu na vlažnost postoje u najširem smislu okeanska (vlažnija) i kontinentalna (suvlja) klima. Detaljnija podela, međutim, obuhvata osam klimatskih oblasti i to su superhumidna (vrlo vlažna), humidna (vlažna), subhumidna (umereno vlažna), semiaridna (suva), aridna (vrlo suva), tajga (hladna četinarska šuma), tundra (hladan pojas sa vegetacijom lišaja) i zona stalnog mraza (vrlo hladan pojas). Prvih pet zona su tople i vrlo tople oblasti, a ostale tri su hladne. Sve one su okarakterisane posebnim tipovima vegetacije i živog sveta uopšte.

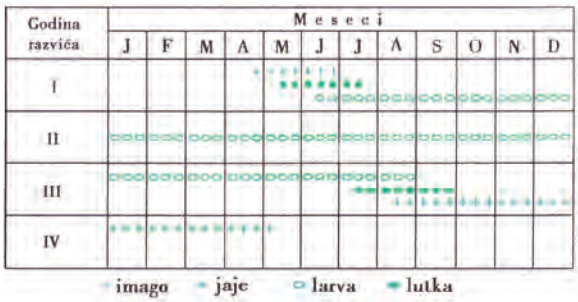
FENOLOŠKE POJAVE

Živi svet reaguje na dnevno-noćna i sezonska bioklimatska variranja promenama koje su označene kao fenološke pojave, a disciplina koja ih izučava je fenologija. Sukcesivne fenološke pojave u životnom ciklusu svake organske vrste nazivaju se fenofaze. To su npr. buđenje insekata iz zimskog mirovanja, polaganje jaja, razvoj larava, učauravanje i pojava imaga. Pošto vreme pojave neke fenofaze varira, zadatak fenologije je da utvrdi srednje vrednosti rokova fenoloških pojava za duži niz godina. Takve srednje vrednosti su karakteristične za pojedine biotipe i značajne su za formiranje kalendara prirode, kojim su određeni rokovi fenofaza neophodni za najefikasnije suzbijanje štetnih insekata. Hemijska borba protiv gubara (*Lymantria dispar*) efikasna je samo u periodu pojave mladih gusenica koji se može predvideti fenološkim posmatranjima. Suzbijanje gusenica mnogih vrsta *Lepidoptera* (ozima sovica, sovica ipsilon, kupusna sovica, metlica i dr.) takođe daje najbolje rezultate kada se izvodi u vreme pojave mlađih uzrasnih kategorija (ČAMPRAG, 1973).

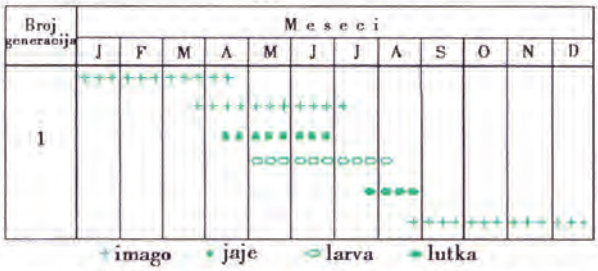
Sistematska višegodišnja posmatranja razvića insekata, u trajanju 5-7 godina, omogućuju izradu dobrih fenoloških kalendara. Iz kalendara razvića lako se uočava tok razvića jedne štetočine, a preciznije se može formirati za vrste koje imaju 2-3 generacije čija se pokolenja vremenski jasno odvajaju. Međutim, izrada ovakvog kalendara je mnogo teža za štetočine sa dugom i učestalom ovipozicijom, kao i za vrste kod kojih se generacije preklapaju. U fenološkim kalendarima razvića dobro proučenih vrsta rokovi javljanja pojedinih faza razvića određuju se sa tačnošću 3-5 dana. U cilju dobijanja kratkoročne prognoze za proleće i leto izvodi se izvesna korekcija kalendara na koju utiču veća ili manja odstupanja od prosečnih klimatskih uslova. U kalendaru razvića je shematskim putem, po dekadama i mesecima, prikazano prosečno vreme javljanja i trajanja pojedinih stadijuma za jednu ili više generacija, zatim glavni period štetnosti larava i imaga sledećih vrsta (sl. 45, 46, 47 i 48, ČAMPRAG, 1994).



Slika 45. Kalendar razvića skočibube *Agriotes sputator* L. u Bugarskoj (POPOV i sar., 1968)



Slika 46. Kalendar razvića običnog gundelja (*Melolontha melolontha*) u Bugarskoj (POPOV, cit. ČAMPRAG, 1994)



Slika 47. Kalendar razvića kukuruzne pipe *Tanymecus dilaticollis* u severnoj Bugarskoj (POPOV, cit. ČAMPRAG, 1994)



Slika 48. Kalendar razvića ozime sovice (*Scotia segetum*) na području Mađarske (JERMY, cit. ČAMPRAG, 1994)

FAZA MIROVANJA

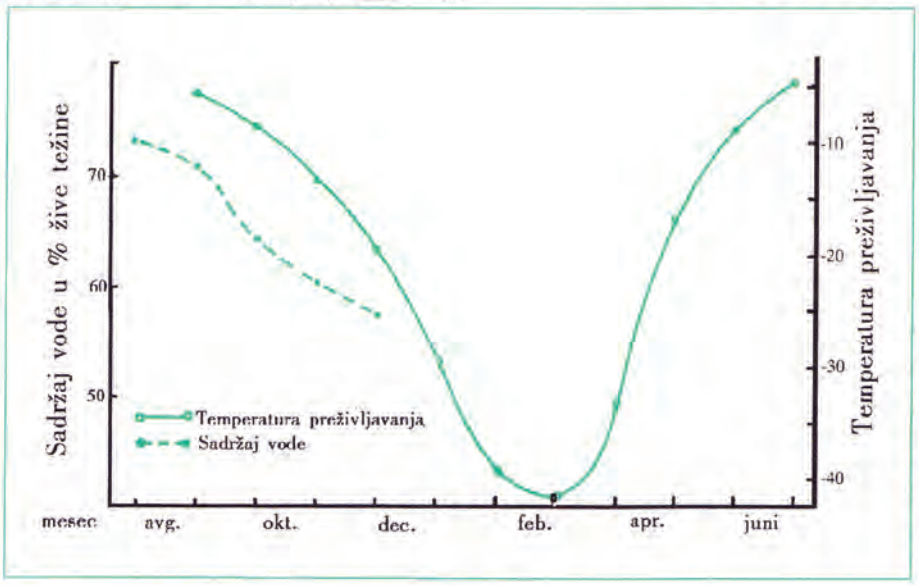
Poseban oblik reakcija organizama na nepovoljne sezonske uslove je faza mirovanja. Ogleda se prekidom aktivnosti, zastojem u razviću tokom nepovoljne sezone, a obezbeđuje preživljavanje. Zimska faza mirovanja (zimski san) je hibernacija, a letnja faza mirovanja je estivacija.

Hibernacija je karakteristična za sve poikiloterme, a javlja se i kod mnogih sisara (slepi miševi, glodari, medved). Kod slepih miševa termoregulacija u fazi mirovanja prestaje da funkcioniše, snižavaju se temperatura tela (čak do 0°C), intenzitet disanja i čitav metabolizam tako da organizam miruje i troši svoje rezerve. Tom prilikom masa tela može da se smanji i do 49%. Tekunica (*Spermophilus citellus*) i druge srodne vrste padaju u zimski san već krajem leta kada nakupe dovoljno rezervne materije u obliku masti.

Letnja faza mirovanja je karakteristična za pojedine insekte i neke vodene organizme u periodu isušivanja. Organizmi preživljavaju u vidu cista (*Protozoa*), trajnih jaja i kokona (*Nematoda* i *Oligochaeta*) ili se duboko zariju u mulj kao čikov (*Misgurnus fossilis*), obrazujući sluzavu čauru koja očvrsne i štiti organizam. Nastupanje faze mirovanja i buđenje su pod uticajem endokrinog sistema.

DIJAPAUZA

Poseban vid faze mirovanja u toku razvića individua naziva se dijapauza. Javlja se kod mnogih insekata i predstavlja stepen razvoja u kojem je morfogeneza zaustavljena ili jako usporena. Kod svilene bube i gubara dijapauza se može javiti tokom ili pred kraj embrionalnog razvoja, kod leptira metlice i kukuruznog plamenca na larvenom stadijumu, kod leptira kupusara i muva (*Sarcophaga*) u stadijumu lutke, a kod poljske stenice čak i na stadijumu imaga.



Slika 49. Opadanje sadržaja vode u telu (isprekidana linija) pre ulaska u dijapauzu i sezonsko kretanje otpornosti prema niskim temperaturama larava insekta *Dendroides canadiensis* (PAYNE, cit. STANKOVIĆ, 1962)

VUKASOVIĆ i GLUMAC (1961, 1965) i GLUMAC i VUKASOVIĆ (1964) ispitivali su uticaj režima ishrane na dijapauzu i broj generacija kao i dejstvo dužine osvetljenja i temperature na prekid dijapauze kod gusenica i izletanje leptira kukuruznog plamenca (*Ostrinia nubilalis*) u laboratorijskim uslovima. Produžavanje dužine dana na 18 časova na temperaturi od 10°C dovodi do obrazovanja lutaka u većem procentu (55%), dok je na povišenoj temperaturi (25°C), u uslovima skraćenog dana (6 časova), metamorfozirano svega 1% gusenica u lutke.

U periodu koji prethodi dijapauzi kod larava insekata dolazi do smanjenja količine telesne tečnosti, što, pored delovanja ostalih mehanizama, omogućuje otpornost prema niskim temperaturama (sl. 49).

Prema intenzitetu i trajanju dijapauza može biti obligatna i fakultativna. Obligatna dijapauza nastaje kao faza u razvoju u kojoj je morfogeneza zaustavljena nezavisno od uticaja faktora spoljašnje sredine i javlja se kod insekata koji imaju jednu generaciju u toku godine. Tako su jaja gubara, pošto redovno prezimljavaju, vrlo otporna na hladnoću, a ulaze u dijapauzu još u julu, kada je spoljašnja temperatura relativo visoka. Međutim, vrste sa dve i više generacija godišnje imaju fakultativnu dijapauzu u koju stupaju jedinke druge generacije, a izazivaju je nepovoljni spoljašnji uslovi kao što su npr. nedostatak hrane, nezadovoljavajuće temperature itd. Ako zbog hladnog proleća zakasni prva generacija, tada preko 50 % njenih jedinki može stupiti u dijapauzu. Novija istraživanja pokazuju da obligatna dijapauza, koja je proces a ne stanje, može biti prekinuta izmenom uslova.

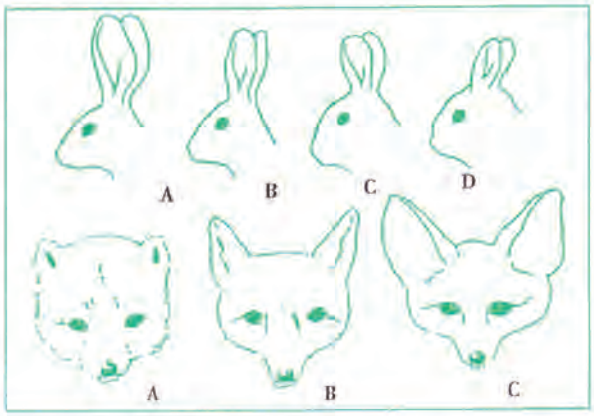
Osnovni uslov za nastupanje dijapauze je, najverovatnije, nedostatak hormona rasta u određenoj fazi razvoja. Ova specifična adaptacija nastala je tokom evolucije i ima velik ekološki značaj.

KLIMATSKA PRAVILA

Ukupno delovanje klime na pojedine vrste manifestuje se u formiranju geografskih populacija koje pripadaju kategoriji geografskog variranja i nazivaju se kline. Ove promene se mogu definisati kao sledeća klimatska pravila:

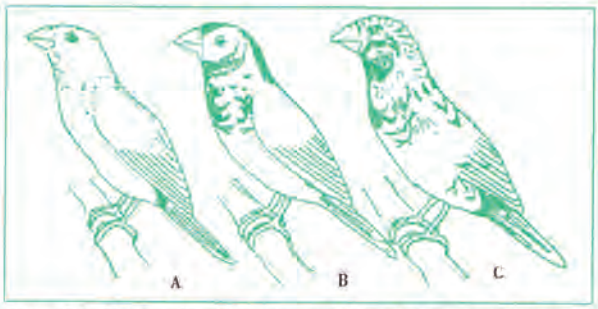
Bergmanovo pravilo. – Jedinke iste vrste homeoterama u hladnim oblastima su krupnijeg rasta nego one koje žive u toplijim predelima. Pošto krupnije individue imaju manju površinu tela u odnosu na svoju masu, za razliku od sitnijih, ova pojava se objašnjava zakonitostima fizike, geometrije i fiziologije po kojima je intenzitet odavanja telesne toplote pri istoj spoljašnjoj temperaturi u pozitivnoj korelaciji sa površinom tela. Tako na Aljasci žive najkrupniji primerci lisice, medveda i jelena. Ovo pravilo se ne odnosi na poikiloterme i upravo najkrupniji vodozemci naseljavaju toplije krajeve, što se ponekad označava kao obrnuto Bergmanovo pravilo.

Alenovo pravilo. – Kod sisara koji žive u hladnim regionima postoji tendencija skraćivanja isturenih delova tela (uši, rep, vrat, ekstremiteti), što je povezano sa smanjenjem telesne površine i odavanjem toplote (sl. 50).



Slika 50. Opadanje veličine ušiju zeca i lisice od juga ka severu. Gore: A – *Lepus allieni* (Arizona), B – *L. californicus* (Oregon), C – *L. americanus* (Minesota), D – *L. arcticus* (arktička oblast SAD); Dole: A – arktička lisica (*Canis lagopus*), B – riđa lisica (*C. vulpes*), C – pustinjska lisica (*C. zerda*), HAMILTON i HESSE (cit. STANKOVIĆ, 1962)

Glogerovo pravilo. – Intenzitet melaninske pigmentacije kod homeoterama raste sa povećanjem temperature i vlažnosti. Zbog toga polarne životinje imaju karakterističnu belu boju, a pustinjske su žućkaste ili crvenkaste pošto količina feomelanina opada od juga prema severu. Sličan primer se može navesti za porodicu vrana, rajske ptice i druge bliske grupe (sl. 51). Ista zakonitost se odnosi i na insekte ako se porede vrste iz tropskih i umerenih predela.



Slika 51. Ilustracija Glogerovog klimatskog pravila: a – australijska ptica *Munia flaviprymna*, stanovnik pustinje; b – ista vrsta posle trogodišnjeg boravka u vlažnijoj klimi; c – vrsta *M. castaneithorax* koja živi van pustinje (HESSE, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Ova pravila ilustruju adaptivne sposobnosti homeotermih organizama.

EDAFSKI FAKTORI

Pedosfera je čvrsti površinski sloj zemlje za koji su vezani biljni i životinjski organizmi. Za kopnene organizme ova sredina je edafski faktor koji predstavlja neophodan uslov za život. Životinjski organizmi se kreću i traže hranu na površini pedosfere ili žive u njoj. Kod nekih organizama se u zemljištu razvijaju pojedini stadijumi (larve i lutke insekata), a mnogi grade jazbine u podzemlju, a hrane se na površini zemlje. Edafski faktor obuhvata fizičko-hemijske osobine podloge i vezan je za klimatske uticaje na njenoj površini (temperatura, vlažnost i svetlost).

Pojam zemljišta

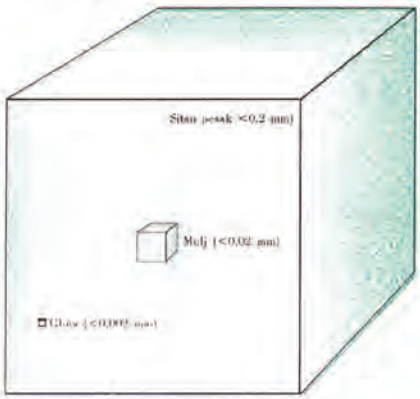
Zemljište je nastalo kao rezultat dugog i složenog procesa, a njegovim proučavanjem bavi se nauka koja se zove pedologija. U formiranju zemljišta učestvuju, pored niza abiotičkih faktora (temperatura, voda, vazdušni pokreti i gravitacija), i biotički činioci, biljke i životinje, i to kako svojom aktivnošću, tako i u vidu organskih i mineralnih ostataka.

Zemljište je sistem koji obuhvata tri faze: čvrstu, tečnu i gasovitu. Čvrstu fazu čini smeša mineralne i organske materije. Procesom fizičko-hemijske razgradnje stena formiraju se mineralne čestice različitih veličina: grubi pesak (2–0,2 mm), fini pesak (0,2–0,02 mm), prah ili mulj (0,02–0,002 mm) i glina<0,002 mm. Na sl. 52 prikazane su relativne veličine čestica koje su uvećane 500 puta. U odnosu na njih sitan šljunak veličine 2 mm bi imao oblik kocke sa stranom dužine oko 1m.

Frakcija gline je od posebnog značaja i ona se odlikuje specifičnim koloidnim osobinama.

Organska materija je rezultat mehaničkog i hemijskog razlaganja detritusa biljnog i životinjskog porekla i gradi humus. Tečna faza je voda u kojoj su rastvorene koloidne čestice i soli (bikarbonati, sulfati, hloridi, nitrati i silikati kalcijuma, magnezijuma, kalijuma, natrijuma i gvožđa). Gasovitu fazu čini vazduh često zasićen vodenom parom, bogat sa CO_2 i nalazi se u šupljinama, porama ili rastvoren u zemljišnoj vodi.

Formirano zemljište grade tri karakteristična profila: gornji, srednji i donji horizont. U gornjem horizontu (površinski sloj) nagomilavaju se i razgraduju biljni i životnjski ostaci uz intenzivni proces humifikacije. Iz gornjeg horizonta isprani materijal se nagomilava u srednjem horizontu (prelazni sloj). Donji horizont je mrtvica koja je najmanje izmenjeni sloj geološke podloge.



Slika 52. Relativni odnosi veličina čestica gline, mulja i peska (iz BREWER-a, 1994)

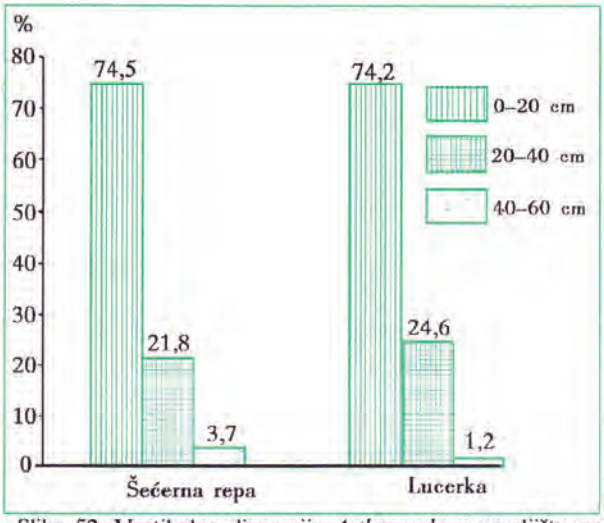
Fizičke osobine zemljišta

Zemljište ima specifične fizičke osobine i životinjski organizmi koji žive na njegovoj površini ili u unutrašnjosti posebno su prilagođeni na ove životne uslove. Tipovi zemljišta povoljni za masovni razvoj kukuruzne pipe (*Tanimecus dilaticollis*) su karbonatni černozem, karbonatna livadska crnica, aluvijum i vezani pesak. Kao tipičan predstavnik peskovitih staništa u našim uslovima javlja se mramorasti gundelj (*Polyphylla fullo*) koji je naročito zastupljen u Deliblatskoj, Ramskoj i Subotičkoj peščari (50 larvi/m^2). Proletnja sovica

(*Euxoa temera*) se masovno javlja na ritskoj crnici, ritskoj smonici i rečnom aluvijumu (ČAMPRAG, 1994).

Unutrašnjost rastresitog zemljišta bogata je faunom i krupniji oblici aktivno buše hodnike, formiraju jazbine i gnezda, te doprinose njegovoj poroznosti. Mehanička uloga organizama je vrlo značajna za strukturu zemljišta. Još je DARVIN konstatovao ulogu kišnih glista u preoravanju tla i na taj način je postavio temelje moderne ekologije. One su efikasnije od pluga jer buše hodnike koji dopiru dublje od dubokog oranja. Broj hodnika širine 2–10 mm može da iznosi u proseku 300/m^2, a ukupna masa kišnih glista iznosi oko 3t/ha. U procesu humifikacije gliste kroz svoj crevni trakt propuštaju znatne količine zemljišta i mogu u toku jedne godine da iznesu na površinu do 4 kg/m^2 suve mase zemlje. Mravi, termiti, krtice i mnogi glodari svojom aktivnošću takođe utiču na rastresitost tla, aeraciju i vodni režim.

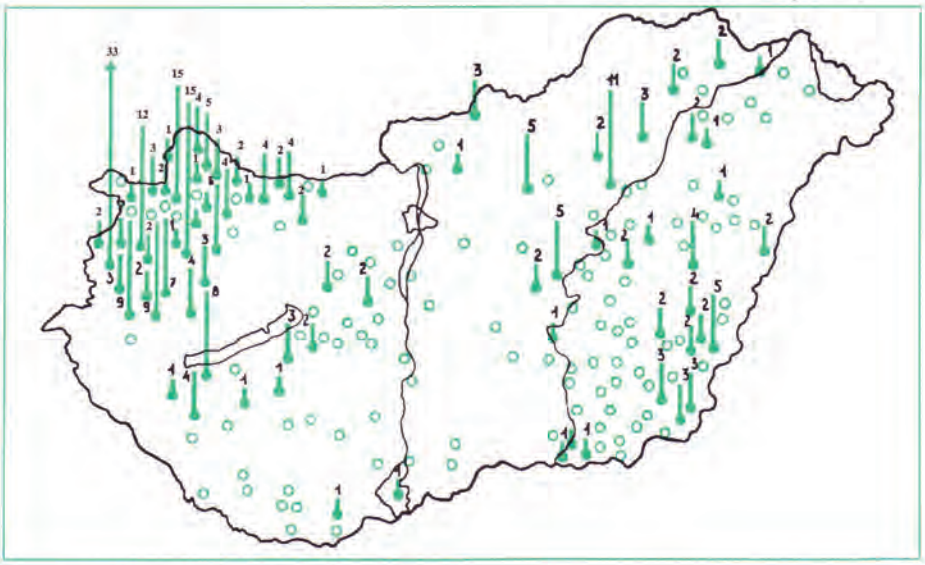
Na osnovu analize vertikalne disperzije insekata i drugih štetočina u zemljištu agroekosistema se može konstatovati da je najgušće naseljen sloj do 20 cm dubine (sl. 53). Na starim repištima se primenom standardnih metoda registruju imaga obične repine pipe, lutke repine muve, gusenice i lutke repinog moljca, gusenice ozime sovice, lutke kupusne i drugih lisnih sovica, a na budućim repištima treba obratiti pažnju na prisutnost larve raznih gundelja, na prave i lažne žičnjake, imaga kukuruzne, lucerkine i crne repine pipe, kao i na ciste repine nematode (ČAMPRAG, 1973).



Slika 53. Vertikalna disperzija *Arthropoda* u zemljištu na poljima pod šećernom repom i lucerkom u Mađarskoj (MANNINGER i sar., 1955)

Horizontalna disperzija faune tla pokazuje veliku zavisnost kako od tipa zemljišta tako i od kompleksa klimatskih faktora. Na sl. 54 je prikazana gustina populacija larvi žičnjaka (*Elateridae*) u Mađarskoj. Najveća je brojnost larava u severozapadnom, najumidnijem delu zemlje, pošto takvi uslovi pogoduju ovoj grupi u kojoj dominiraju higrofilne vrste.

Slika 54. Brojnost larvi iz roda *Agriotes* u pojedinim zemljišnim probama od 4 m^2, na poljima šećerne repe početkom jeseni 1964. godine u Mađarskoj (prema ZSEMBERY-u, cit. ČAMPRAG, 1973)

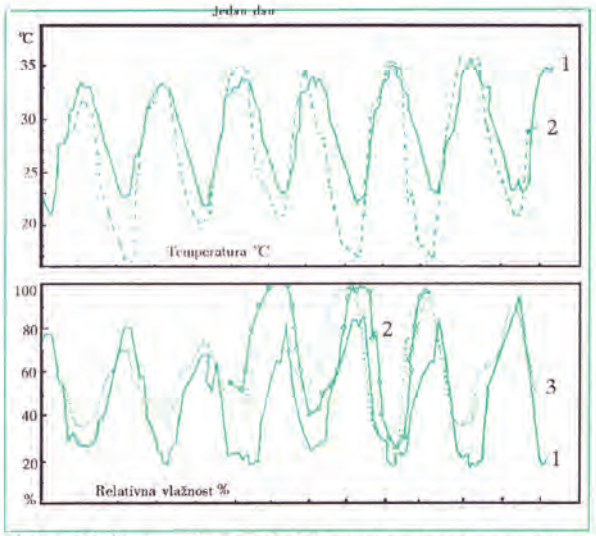


Temperatura, vlažnost, svetlost i hemizam zemljišta

Temperatura je veoma važna u formiranju zemljišta i života u njemu jer je struktura zemljišta u uskoj zavisnosti od njegovog zamrzavanja i topljenja. Pošto voda ima velik toplotni kapacitet, vlažna zemljiša se sporije zagrevaju od manje vlažnih ili suvih. Toplota zemljišta je većim delom uslovljena sunčevom radijacijom, a jednim delom i faktorima koji potiču iz dubljih slojeva zemlje. Zagrevanje i hlađenje tla ne zavisi samo od klimatskih faktora nego i od njegove prirode, mehaničkog sastava, boje i stepena vlažnosti. Dnevna i sezonska temperaturna kolebanja površine zemljišta znatno su veća u odnosu na ove promene u vodenoj sredini. Dnevna amplituda kolebanja u unutrašnjosti tla opada sa dubinom i prestaje na dubini od 1 m, dok su godišnja kolebanja prisutna i do 25 m.

Organizmi koji žive na peščanim terenim i u pustinjma prilagođeni su velikim dnevnim temperaturnim variranjima (sl. 55 i 56).

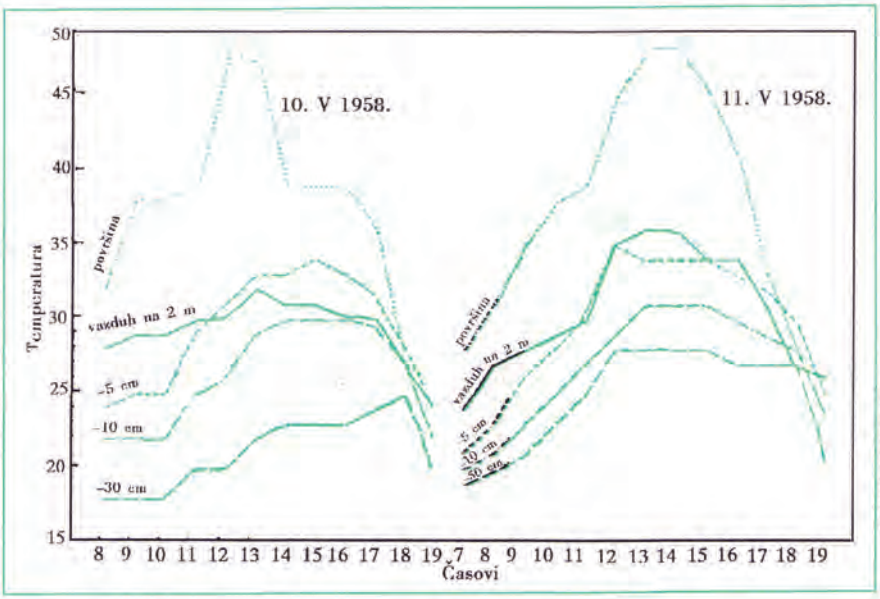
Temperatarne promene na površini zemljišta pokrivenog vegetacijom u toku dana se kreću od 15 do 28,5°C, a na dubini od 10 cm kolebanje iznosi između 17 i 20°C. Na zemljištu bez vegetacije dnevno temperaturno variranje je veće i ono na površini iznosi od 15 do 36°C. Maksimalne temperature su zabeležene u periodu između 14 i 16^h (BAVER, 1961).



Slika 55. Gore – dnevna kolebanja temperature u egipatskoj pustinji (1) i na peščanoj dini u Minesoti (SAD) (2), dole – dnevna kolebanja relativne vlažnosti u egipatskoj pustinji u avgustu (1) i martu (2) i na peščanoj dini u Minesoti (SAD) (3) (CHAPMANN cit. STANKOVIĆ, 1962)

Termičke karakteristike zemljišta u Vojvodini dobijene su na osnovu dugogodišnjih merenja temperature zemljišta na standardnim dubinama osnovnih tipova zemljišta. Godišnji tok raspodele temperatura zemljišta na različitim dubinama kod Novog Sada prikazan je na sl. 57 (KATIĆ i sar., 1979).

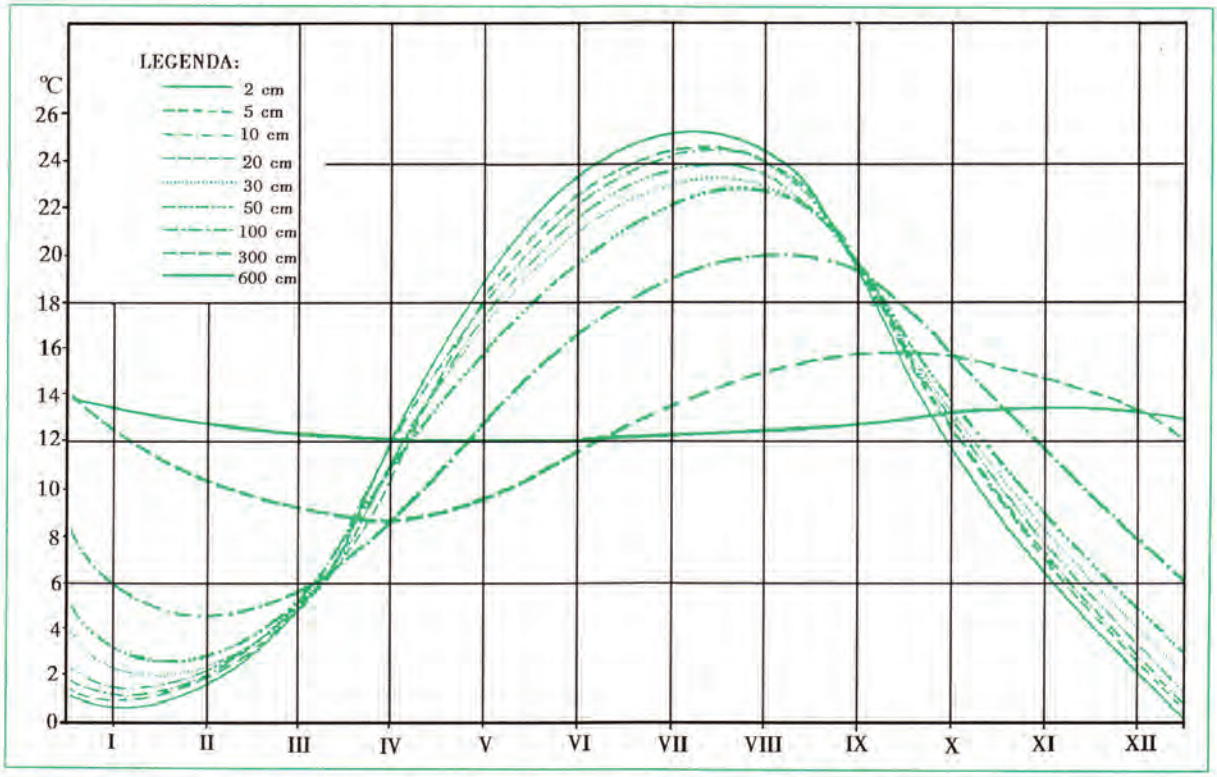
Analizirajući temperaturnu provodljivost i brzinu prodiranja temperaturnog talasa do dubine od 1 m na profilu černozema lesne terase južne Bačke na Rimski Šančevima MIHAJLOVIĆ i ACS



Slika 56. Dnevna temperaturna kolebanja na površini i u dubljim slojevima peščanih dina Deliblatske peščare u kasno proleće (GRADOJEVIĆ, cit. STANKOVIĆ, 1962)

(1984/1985) konstatuju da je u periodu 1957-1980. srednja mesečna temperatura u površinskom sloju zemljišta tokom godine varirala između 0,4 (januar) i 25,2°C (jul). Na dubini od 20 cm godišnje kolebanje iznosi između 1,2 i 23,3°C, a na dubini od 100 cm između 5,7 i 20,3°C (avgust), tab. 9. Na osnovu temperaturne provodnosti u posmatranim slojevima je izračunata brzina prodiranja temperaturnog talasa. Najveće vrednosti su konstatovane u sloju na dubini 20-30 cm i one za temperaturnu provodnost iznose 6,6 x 10^{-3} cm^2 s^{-1}, a za prodiranje temperaturnog talasa 4,5 cm dan^{-1} (ACS i MIHAJLOVIĆ, 1983).

Najveća kolebanja dnevne temperature tla su u pustinjskim oblastima gde se danju površina zagreje i do 80°C, a noću pada i do -9°C. Površine svetlih zemljišta slabije se zagrevaju od tamnih koja apsorbuju više toplote. Zemljišta se takođe razlikuju u pogledu provodljivosti temperature. Tako je pesak slabije provodljivosti od stenovite podloge. Zbog toga su izražena dnevna ritmička ponašanja pustinjskih životinja, naročito insekata, u vidu vertikalnih migracija. Ose peščare su aktivne na temperaturi između 25 i 44°C, a na višim temperaturama se povlače u svoje hodnike.



Slika 57. Godišnji tokovi temperature zemljišta na različitim dubinama u Novom Sadu (KATIĆ i sar., 1979)

Tabela 9. Srednje mesečne temperature zemljišta (°C), na različitim dubinama (cm), na Rimskim Šančevima za period 1957–1980. (MIHAJLOVIĆ i ACS, 1984/1985)

Dubina	Jan.	Febr.	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
2	0,4	2,0	5,8	12,3	18,7	23,4	25,2	24,3	19,0	12,2	6,3	2,0
5	0,6	2,0	5,8	12,0	18,4	22,7	24,5	23,8	19,0	12,4	6,6	2,3
10	0,7	1,9	5,6	11,5	17,8	21,7	23,9	23,5	18,9	12,5	6,8	2,4
20	2,3	2,2	5,4	11,1	17,1	21,0	23,3	23,2	19,0	13,0	7,3	3,1
30	2,8	2,4	5,3	10,8	16,1	20,7	22,8	22,9	19,1	13,5	8,1	3,8
50	4,0	3,1	5,6	10,4	15,5	19,6	22,0	22,5	19,5	14,5	9,6	5,1
100	5,7	4,8	5,7	9,0	12,8	16,6	19,2	20,3	19,1	16,0	12,2	8,3

Posebno treba istaći dejstvo niskih temperatura zemljišta na larve evrosibirske vrste skočibube *Agriotes obscurus* koje su letalne ukoliko deluju nekoliko dana u intervalu od -10 do -20°C. Migracije larava gundelja u unutrašnjosti tla takođe su povezane sa sezonskim kolebanjem temperature pojedinih zemljišnih slojeva. Larve *Elateridae* se tokom vegetacionog perioda nalaze u gornjem sloju zemljišta (do 25 cm dubine), a u septembru počinje njihova migracija u dublje slojeve; larve se za vreme jeseni i zime spuštaju na dubinu od 80 do 90 cm (TOTH, 1972). Vertikalno kretanje larvi običnog gundelja (*Melolontha melolontha*) takođe je vezano za godišnja doba i hidrotermički režim zemljišta. Na temperaturi od 19°C larve se nalaze na dubini do 20 cm. Pod uticajem pada temperature zemljišta u oktobru i novembru larve se najčešće spuštaju na dubinu 40-60 cm (mada mogu da prezime i na dubinama između 20 i 130 cm). U proleće (mart-april) vraćaju se u gornje slojeve, a larve trećeg uzrasta se metamorfoziraju u lutke uglavnom na dubini između 40 i 60 cm (HOMONNAY, 1990). Brzina kretanja larvi zavisi od uzrasta, strukture zemljišta i prisustva hrane. Jedinke prvog uzrasta dnevno u proseku pređu svega 5 mm, larve drugog uzrasta su mnogo brže i za jedan čas savladaju distancu od 25 do 50 mm, a larve poslednjeg stadijuma dnevno prelaze i do 1,2 m. U zbijenoj, suvoj i šljunkovitoj zemlji brzina kretanja je znatno manja i dostiže 1/10 od napred navedenih vrednosti. Kada larve nađu hranu, kretanje prestaje izuzev ako je zemlja suva. Na parcelama retkog biljnog sklopa preduzimaju značajnije horizontalne migracije pošto napuštaju uvele i oštećene biljke tražeći druge.

Temperatura zemljišta predstavlja konstantno promenljiv faktor koji utiče na brojnost nematoda i njihovo preživljavanje. Tako npr. *Hoplolaimus galeatus, Paratylenchus projectus* i *Trichodorus christiei* na temperaturi od 0°C mogu da prežive dva dana, a *Chelicotylenshus dihystera* na 32°C preživljava 65-80 dana.

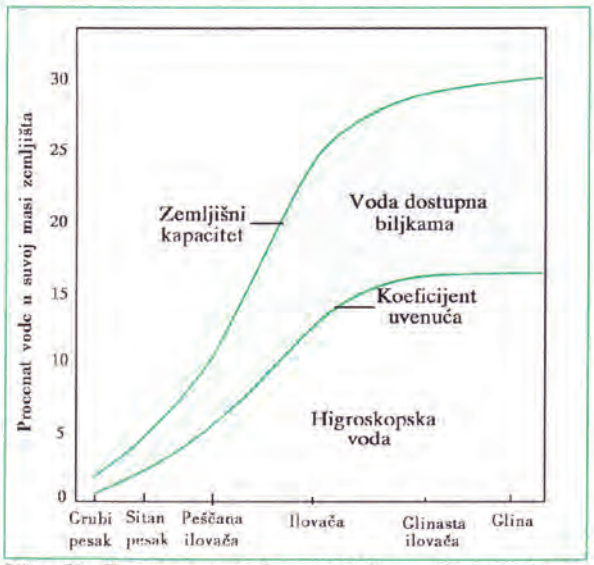
Temperatura ima velik značaj na rast, metabolizam, reprodukciju, aktivnost i rasprostranjenje terestričnih vrsta *Oligochaeta*. Ovaj faktor utiče na njihovu vertikalnu distribuciju u zemljištu i uslovljava sezonsko variranje brojnosti. Tako pri visokim ili niskim temperaturama kišne gliste napuštaju površinski sloj zemljišta i povlače se u dubinu. U uslovima ekstremnih temperatura prelaze u stanje anabioze. Fekunditet kao i razvoj mladih jedinki takođe zavise od temperaturnog režima.

Vlažnost zemljišta zavisi od niza klimatskih faktora, posebno od njegovog vodnog kapaciteta, koji je povezan sa mehaničkim sastavom i poroznošću. Voda koju sadrži zemljište javlja se u četiri stanja i to kao gravitaciona, kapilarna, higroskopska i vodena para. Gravitacionu vodu čini vodeni talog koji prolazi kroz različite slojeve do nepropustljive podloge. Kapilarna voda ispunjava sitnije šupljine i zadržava se u njima zahvaljujući kapilarnim silama. Ovu vodu uglavnom koriste biljke svojim korenovim sistemom. Higroskopska voda u vidu finog omotača oblaže koloidne čestice i zbog snažne adsorpcione veze nepristupačna je biljkama. Vodena para se nalazi u vazdušnim šupljinama. Vlažnost zemljišta najčešće deluje kao posredan faktor, koji na životinjske organizme deluje preko biljaka.

Maksimalni vodni potencijal dostupan vegetaciji predstavljen je punim vodnim kapacitetom zemljišta. Kada biljke usvajaju zemljišnu vlagu one postepeno smanjuju količinu kapilarne vode u podlozi. Ispod određenog procenta vlažnosti biljke imaju tendenciju sušenja koje je najintenzivnije u najtoplijem delu dana. Kada se količina kapilarne vode smanji na određenu vrednost, vlažnost biljaka dolazi do tačke na kojoj je nemoguć njihov oporavak od sušenja sve dok ponovo ne dobiju dodatnu količinu vode bez obzira na ostale životne uslove (ekološke faktore). U takvim uslovima biljke apsorbuju vodu toliko sporo da ne mogu da nadoknade gubitak vlage usled transpiracije. Preostala količina vlage u zemljištu predstavljena je procentom permanentnog uvenuća ili koeficijentom uvenuća. Kako su ustanovljene veoma male razlike između pojedinih vrsta biljaka u odnosu na količinu zemljišne vode koju mogu da usvoje u trenutku uvenuća, ovaj koeficijent je primarno karaketristika zemljišta i kao takav ima veliki ekološki (edafski) značaj. Količina vode između zemljišnog kapaciteta kao maksimuma i koeficijenta uvenuća kao minimuma predstavlja vodu dostupnu za biljke. Prema tome, kada se dostigne tačka uvenuća, u zemljištu može i dalje da preostane određena količina vode koja pripada frakcijama kapilarne, higroskopske i vezne vode kao i vodna para i one su nedostupne biljkama.

Količina vode koja je dostupna biljkama zavisi od tipa i strukture zemljišta. Najveća količina

raspoložive vode nalazi se u glinovitim zemljištima, manje je zastupljena u ilovači, a najmanje je ima u peskovitoj podlozi (sl. 58).

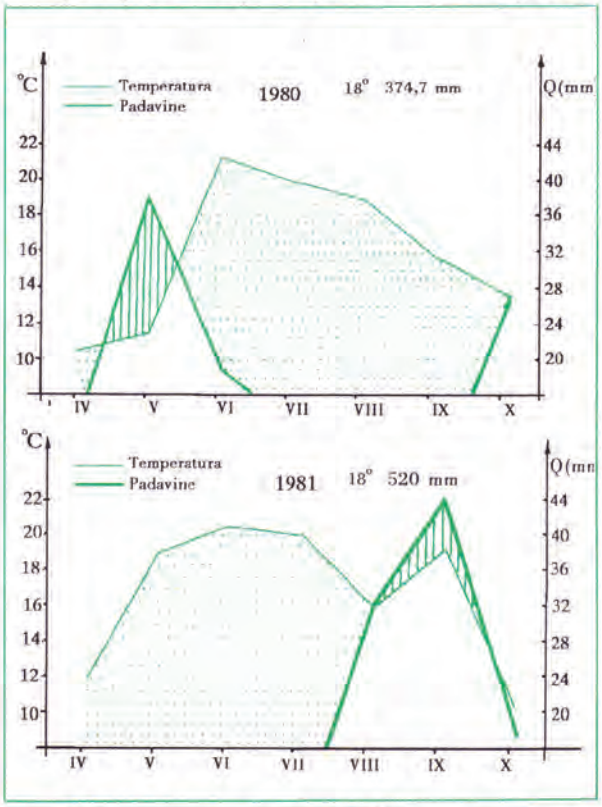


Slika 58. Zavisnost između raspoložive vode i strukture zemljišta (iz BREWER-a, 1994)

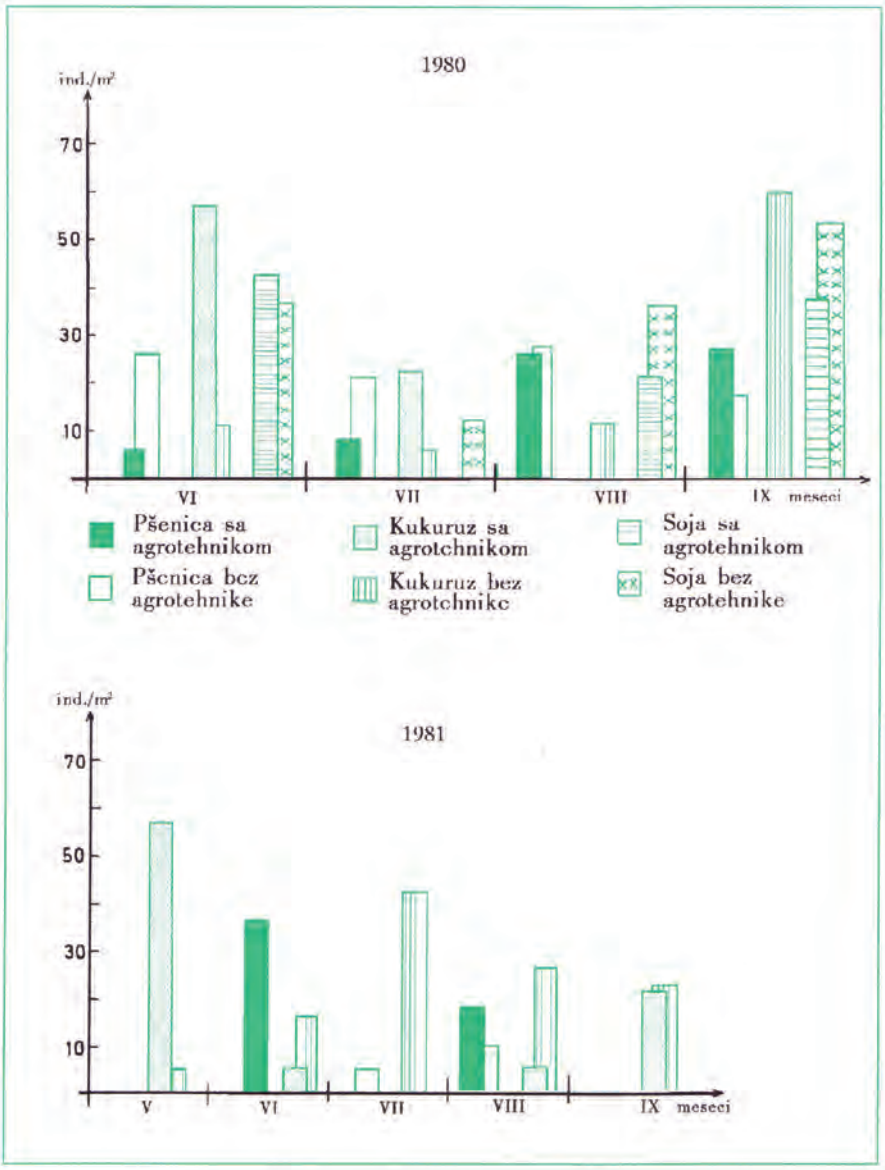
Međutim, gravitaciona voda neposredno utiče tako što ispunjava kanale i jazbine životinja koje žive u tlu redukujući brojnost njihovih populacija (*Insectivora, Rodentia* itd.). Mnoge životinjske vrste, kao što su razne *Protozoa, Nematoda* i *Oligochaeta*, zahtevaju vlažno tlo. Zato su njihov lokalni raspored i gustina zavisni od vlažnosti tla.

Nivo populacija nematoda je npr. u suvim zemljištima mnogo manji nego u vlažnima. Kretanje nematoda u zemljištu omogućeno je između čestica ukoliko su pore veće od promera njihovog tela i ako su one obložene tankim vodenim slojem. Uvijanjem tela omogućuju se pokreti samo kroz vodeni film, a čestice tla doprinose osloncu. ROESSNER (1971) i SIMONS (1973) su takođe utvrdili da se iz isušenog zemljišta, koje je prethodno navlaženo, izdvoji mnogo više nematoda pošto ih vlaga aktivira (NORTON, 1978). Međutim, jaja nekih vrsta iz roda *Meloidogyne*, koja se odlažu u želatinozni matriks, kao i cistolike vrste, mogu duži vremenski period da ostanu vitalni u isušenom zemljištu. S druge strane, ekstremno vlažna zemljišta mogu uticati na smanjenje brojnosti mnogih vrsta nematoda iz rodova *Meloidogyne, Heterodera* i *Globodera*. Uzrok ovoj pojavi je nedostatak kiseonika kao i prisustvo mnogih toksičnih materija u zemljištu koje su rezultat aktivnosti anaerobnih mikroorganizama. Većina nematoda preferira vlažna, dobro prozračena zemljišta i njihova aktivnost je neprekidna u sredini koja sadrži 40-60% vodnog kapaciteta. Zemljišta koja su zasićena vodom imaju za 20% nižu brojnost nematoda i ukoliko ovakvi uslovi traju 20 nedelja većina vrsta može biti eliminisana. Do smrtnosti nematoda će doći još brže ukoliko se naplavljeno zamljište naglo isuši (za četiri nedelje ili ranije). Ova metoda se primenjuje u suzbijanju nematoda. U jako isušenim ili jako vlažnim zemljištima nematode su neaktivne tokom dužeg vremenskog perioda.

Vlažnost zemljišta je jedan od najvažnijih ekoloških faktora koji deluje na život i rasprostranjenje kišnih glista. To je pre svega zbog toga što se disanje obavlja celom površinom tela (kožna respiracija). Ovi tipični terestrični organizmi ne mogu da podnesu duže isušivanje zemljišta jer njihov integument zadržava sposobnost respiracije jedino u vlažnoj sredini. Zato se u isušenim staništima retko sreću ili potpuno odsustvuju. ĐUKIĆ (1983) konstatuje da je izrazito sušni period



Slika 59. Klimadijagram za Rimske Šančeve tokom vegetacionog perioda 1980–1981. godine (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991)



Slika 60. Kvantitativna zastupljenost *Oligochaeta* na parcelama Rimski Šančevi 1980–1981. godine (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991)

tokom jula i avgusta 1980. godine uticao na smanjenje brojnosti individua *Oligochaeta* (sl. 59 i 60).

Pored količine padavina odnosno vlažnosti tla dinamika brojnosti *Oligochaeta* je usko povezana sa tipom zemljišta, primenom agrotehničkih mera i ciklusom razvoja ovih članova teriofaune (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991).

BALTZER (1957) navodi da kišne gliste uginjavaju kada relativna vlažnost zemljišta padne ispod 20%, a ZICSI (1958) konstatuje da 62% populacije *Allolobophora rosea* i 36% *A. caliginosa* izdržavaju relativnu vlažnost od 22%. Zemljište potpuno zasićeno vlagom takođe je nezadovoljavajuće stanište za život *Oligochaeta*. U tako ekstremno vlažnim uslovima sve šupljine između čestica zemlje ispunjene su vodom, što otežava aeraciju zemljišta. Do ove pojave u našim uslovima dolazi u proleće (sa topljenjem snega) i tokom leta i jeseni za vreme velikih kiša. Pojavom anaerobnih uslova u zemljištu kišne gliste se guše, napuštaju svoje hodnike i izlaze na površinu zemlje gde su uslovi aerobni (iako su negativno fototaksični organizmi).

Nedostatak **svetlosti** u zemljištu javlja se kao značajan faktor za mnoge životinje. Neke od njih imaju zakržljale oči (krtica i slepo kuče), dok su

druge, slično stanovnicima pećina, slepe (*Coleoptera*). Svetlosni uslovi u zemljištu takođe utiču na obojenost (pigmentaciju) terestričnih oranizama.

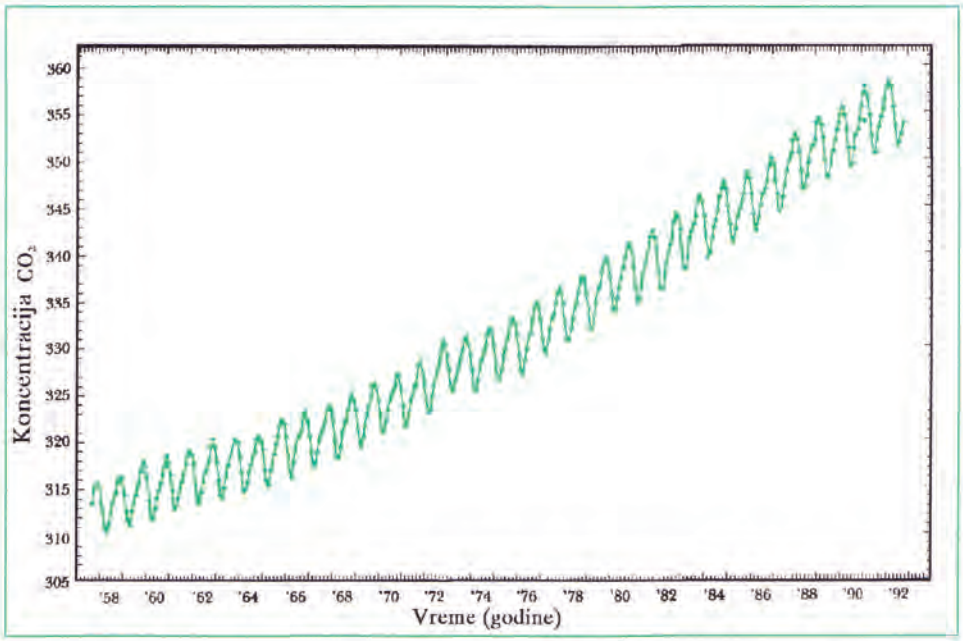
Hemizam zemljišta veoma utiče na terestrične organizme. Sa dubinom količina O_2 opada, dok CO_2 raste. Prilikom razgradnje organske materije u zemljištu se oslobađa znatna količina CO_2 Ugljen-dioksid bi potpuno nestao iz atmosfere ukoliko bi u intervalu od 35 godina bio obustavljen proces razgradnje organske materije u zemljištu. Krtice, oligohete i nematode su veoma osteljive na prisutvo CO_2 i nedosatatak O_2. Tako su sve fitoparazitne nematode aerobni organizmi i utvrđeno je da se razvoj vrste *Meloidogyne javanica* nastavlja kada je sadržaj O_2 nešto viši od 3,5%, iako je pojava guka i simptoma na korenu paradajza bila jako redukovana već kod sadržaja O_2 od 5,5 %. Međutim, manji broj vrsta toleriše sadržaj O_2 od svega 2% u toku deset dana. Hemijski elementi u zemljišnom rastvoru potiču uglavnom iz pet izvora: od korenovog difuzata biljaka, metabolitičke aktivnosti mikroorganizama, degradovanih biljnih i životinjskih tkiva u procesu dekompozicije, pesticida i mineralnih đubriva. Oni utiču na zastupljenost i dinamiku brojnosti nematoda. Pojedine aminokiselinc usporavaju reprodukciju *Trichodorus christiei* i *Helicotylenchus nannus*, a smanjuju pojavu gala na korenju paradajza zaraženog sa *Meloidogyne incognita*. Aminokiseline DL metionin i DL alanin smanjuju broj cista vrste *Heterodera avenae* na ovsu i zobi. DL amino-buterna kiselina utiče na broj *Aphelenchoides ritzema-bosi* na lucerki.

Sadržaj kiseonika u zemljištu takođe deluje na život i egzistenciju terestričnih oligoheta. Ukoliko dođe do pojave deficita kiseonika na nekom lokalitetu, kišne gliste se kreću prema mestima sa dovoljnom količinom O_2, čak i u slučajevima kada drugi faktori nisu zadovoljavajući. O dejstvu CO_2 na distribuciju kišnih glista u zemljištu nema mnogo podataka. Granične vrednosti koncentracija ugljen-dioksda u zemlji koje oligohete mogu da podnesu kreću se između 0,01 i 11,5% (RUSSELL, 1950).

Jonska rekacija (pH) varira u pojedinim tipovima zemljišta. Najčešće i najgušće je naseljeno neutralno i slabo alkalno tle, dok su kisela zemljišta siromašna faunom. Na nematode pH vrednost zemljišta može uticati indirektno, preko biljke hraniteljke. U veoma kiselim ili alkalnim zemljištima, u kojima se zaustavlja rast biljaka, pH vrednost predstavlja značajan faktor u ekologiji nematoda. Takođe se smatra da određeni joni u zemljištu utiču na piljenje larava iz jaja kod nematoda, a pH vrednost ima velik uticaj na život kišnih glista. Kisela zemljišta su za terestrične oligohete nepovoljna staništa. Mnogi autori su konstatovali da najveći broj vrsta kišnih glista preferira pH vrednost oko 7. Međutim, *Lumbricus terrestris* se pojavljuje i u zemljištu sa pH 5,4. Neke vrste mogu da podnesu pH i ispod 5,0. U našim uslovima *Allolobophora caliginosa* je nalažena u relativno kiseloj sredini (pH 5,8 ŠAPKAREV, 1978). Za larve mnogih vrsta skočibuba (*Elateridae*) najpogodnija je kisela sredina sa vrednostima pH koje se kreću izmedu 4,7 i 5,5 (ČAMPRAG, 1973).

Količina elektrolita raznih soli takođe utiče na brojnost i raznovrsnost organizama. Zaslanjena zemljišta su siromašno naseljena terestričnim životinjama. ŠAPKAREV (1978) navodi ovaj faktor kao ograničavajući za rasprostranjenje kišnih glista koje izbegavaju jako zaslanjena zemljišta. Tako na pojedinim lokalitetima Ovčeg polja nije registrovana ni jedna vrsta kišnih glista ili je na pojedinim deonicama konstatovan ograničen broj vrsta sa izuzetno malom gustinom njihovih populacija. Takođe na slatinama u okolini Kumana (Banat), koje su siromašne humusom u petogodišnjem istraživanju nije pronađena ni jedna jedinka *Oligochaeta* (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991).

Količina organske materije (humus, detritus biljnog i životinjskog porekla) u zemljištu takođe utiče na dinamiku brojnosti terestričnih organizama. Tako su nematode iz rodova *Belonolaimus* i *Hemicycliophora* veoma mnogobrojne na zeljištima koja su bogata organskim materijama. Nasuprot njima, vrste *Pratylenchus penetrans* i *Tylenchulus semipenetrans* preferiraju peskovita zemljišta, a *Xiphinema americanum, Pratylenchus neglectus* i *P. thornei* se javljaju na glinovitim zemljištima. Raspored organske materije u podlozi takođe uslovljava distribuciju kišnih glista. Zemljišta koja oskudevaju organskom materijom siromašna su oligohetama. Ovo je povezano sa načinom ishrane ove grupe životinja. Npr. *Eisenia foetida* zahteva veliku količinu organske materije u razgradnji, što nije slučaj sa drugim vrstama. ĐUKIĆ (1978) konstatuje da je livadska crnica zemljište sa relativno dubokim aluvijalno-humusnim



Slika 61. Nivo atmosferskog CO_2 u periodu 1958-1992. godine (iz BREWER-a, 1994)

horizontom, odlične strukture i vrlo dobrih fizičkih i hemijskih osobina, povoljno za život oligoheta. S druge strane, slatine su siromašne humusom, nepovoljne kapilarnosti, bestrukturne i beskrečne, što ima uticaja kako na njihovu poljoprivrednu vrednost tako i na broj individua oligoheta. Primena stajnjaka takođe uslovljava veliku individualnu brojnost ovih životinja. Utvrđeno je da struktura zemljišta ima značajan uticaj na preživljavanje i reprodukciju pojedinih fitoparazitnih nematoda. U eksperimentalnim uslovima *Ditylenchus dipasaci* se dobro reprodukuje samo u zamljištima sa visokim sadržajem glinenih čestica (73-100%), a *Meloidogyne hapla* u peskovitom (82-91%), dok se *Rotylenchus robustus, Tylenchorhynchus dubius* i *Globodera rostochiensis* dobro razmnožavaju u svim tipovima zemljišta. *Meloidogyne sp., Heterodera sp. Rotylenchus robustus*, kao i neke druge ektoparazitske vrste nematoda, češće su i mnogobrojnije u lakim zemljištima.

Raspored pojedinih tipova zemljišta na površini Zemlje je pre svega uslovljen klimatskim faktorima. Prema osnovnom tipu klasifikacije postoje dve osnovne grupe, vlažna (humidna) i suva (aridna) zemljišta. Njihova raspoređenost je zonalna u pravcu sever–jug i u saglasnosti je sa klimatskim pojasevima.

Edafski faktori, zajedno sa konfiguracijom zemlišta (orografski faktori), su vrlo značajni za živi svet i deluju kompleksno sa klimatskim faktorima. Imaju posebno značajnu ulogu u mikroklimatskom aspektu.

HEMIZAM VAZDUŠNE I VODENE SREDINE

Hemizam atmosfere je od posebnog značaja za živi svet. Procentualni odnos gasova u vazduhu, naročito sloja koji ulazi u sastav biosfere, uglavnom je konstantan. Međutim, količina vodene pare u vazduhu veoma varira. Glavnu masu atmosfere čine azot (78,03%) i kiseonik (20,99%). Svi ostali gasovi (ugljen-dioksid, vodonik, argon, neon, helijum, kripton, ozon i ksenon) ukupno učestvuju sa 0,98%.

Azot je inertan gas i u takvom obliku živa bića mogu da ga koriste samo izuzetno. Kao jedan od najbitnijih sastavnih delova žive materije, organizmi uzimaju azot u obliku njegovih jedinjenja kao što su nitrati, nitriti i amonijak. Atmosferski azot se prevodi u ove oblike na dva načina: 1) dejstvom azotofiksirajućih bakterija se vezuje slobodni azot u nitrate i nitrite; 2) električnim pražnjenjem i fotohemijskim reakcijama u atmosferi, kada nastaju nitrati i nitriti koji sa padavinama dospevaju na zemljinu površinu gde ga koriste biljke.

Kiseonik koriste biljke i životinje u procesu disanja (oksidacija organskih materija). U donjim slojevima atmosfere nalazi se u dovoljnim količinama i u retkim slučajevima, kao što su dublji slojevi zemljišta ili u telu domaćina napadnutih parazitima javlja se kao ograničavajući faktor. Bez atmosferskog kiseonika mogu da žive samo anaerobni organizmi, bakterije, gljive i endoparaziti (*Ascaris*) koji se kiseonikom snabdevaju procesom metabolizma kao što su mlečno vrenje itd. Povećanjem nadmorske visine opadaju atmosferski i parcijalni kiseonični pritisak. Na nadmorskoj visini od 5500 m smanjuje se količina O_2 za 50% u odnosu na učešće ovog gasa u atmosferi na nivou mora. Zbog toga dolazi do usporavanja metabolizma i siromaštva u sastavu faune na visokim planinama. Homeotermi na deficit kiseonika reaguju povećanjem broja eritrocita i količine hemoglobina. Tako se kod populacija šumskog miša (*Apodemus sylvaticus*), koje se presele na nadmorsku visinu 1500-3000 m, količina hemoglobina poveća za 9-27%. Konstantna količina kiseonika u atmosferi održava se zahvaljujući fotosintezi.

Ozon (O_3) je alotropska modifikacija O_2 i ima ga veoma malo u vazduhu, svega 0,00006%. Nastaje u atmosferi električnim pražnjenjem kao proizvod jonizacije. On apsorbuje kratkotalasni (ultravioletni) deo spektra (<200 nm) čije je dejstvo letalno za sve organizme. Ozonski pojas, debljine svega 5 mm, takođe apsorbuje znatan deo infracrvenih zraka i time usporava hlađenje zemljine kore, a istovremeno sprečava negativno dejstvo ultravioletnih zraka.

Ugljendioksid (CO_2) je veoma značajan pošto učestvuje u izgradnji organske materije u procesu fotosinteze. U atmosferi ga ima malo, svega 0,03%, a glavni izvor su organske oksidacije i vulkanske erupcije. Njegova količina se povećava u industrijskim oblastima upotrebom uglja, nafte i fosfornih goriva – „efekat staklene bašte". Na sl. 61 prikazan je rast koncentracije CO_2 u atmosferi. PORTER i sar. (1991) daju prognozu prema kojoj će do 2025. godine doći do povećanja srednje godišnje temperature vazduha za 1°C, a na kraju 21. veka za 3°C. Navedene klimatske promene bi mogle uticati na entomofaunu umerenog klimatskog pojasa u smislu njihovog geografskog rasprostranjenja, migracionih aktivnosti, uspešnosti prezimljavanja, promena brzine rasta njihovih populacija i broja generacija što bi istovremeno dovelo do širenja granica sezonske aktivnosti i izmena u sinhronizaciji odnosa sa biljkama hraniteljkama i prirodnim neprijateljima. Istovremeno, FARROV (1991) ističe za područje Australije da će moguće globalno otopljenje uticati na štetočine u poljoprivredi.

Hemijski sastav vodene sredine je veoma promenljiv u poređenju sa vazduhom. Varijabilnost je naročito izražena kod kopnenih voda. Hemizam akvatične sredine ima velik ekološki značaj za vodene organizme.

BIOTIČKI FAKTORI

Pored abiotičkih faktora (fizička sredina), na organizme utiče i njihovo međusobno dejstvo (biotički faktori), a svi ovi navedeni faktori kompleksno deluju. Biotički faktori čine odnose koji se baziraju na ishrani, traženju zaklona, zaštiti, razmnožavanju, korišćenju prostora za stanovanje i drugim životnim potrebama. Međusobna dejstva između jedinki iste vrste nazivaju se intraspecifički odnosi (najjasnije se manifestuju unutar rojeva, jata i stada), a između indivdua različitih vrsta vladaju interspecifički odnosi. Odnosi između organizama različitih vrsta mogu se definisati kao pozitivni, negativni i neutralni, uz jednostrano ili recipročno, tj. obligatorno ili fakultativno dejstvo. U okviru ovih odnosa, prema ODUM-u (1953) izdvajaju se sledeće kategorije:

1. Neutralizam – organizmi A i B ne deluju aktivno jedan na drugog (odnos prostog prisustva)

2. Kompeticija – oba organizma deluju aktivno jedan na drugog, uz aktivnu ili pasivnu konkurenciju za zadovoljavanje potreba ishrane, prostora i zaklona

3. Mutualizam – oba organizma deluju pozitivno jedan na drugog uz obostranu korist i odnos je obligatoran (simbioza)

4. Protokooperacija – oba organizma svojim prisustvom koriste jedan drugom, a odnos je fakultativan

5. Komensalizam – odnos je jednostran i pozitivan samo za organizam A, a neutralan za organizam B

6. Amensalizam – jednostran odnos, negativan samo za organizam B, a neutralan za A

7. Parazitizam – pozitivan i obligatan samo za organizam A, a negativan za B

8. Predatorstvo – uzajamni odnos grabljivice i plena, pozitivan za organizam A, a negativan za B.

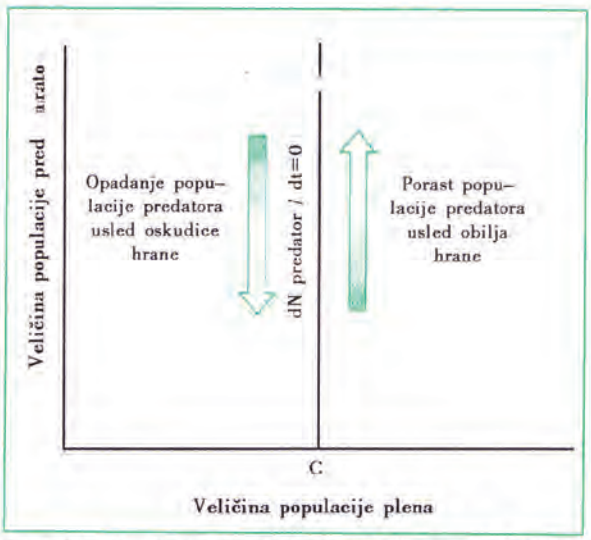
Interspecifička kompeticija je vrlo čest odnos između dveju vrsta. Kada kompetitori koriste istu hranu koja je u ograničenim količinama, odnosi su nepovoljni. Ako kompeticija duže traje, po pravilu dolazi do isključenja jednog od konkurenata iz istog staništa.

Mutualizam, protokooperacija i komensalizam se odlikuju time da im je dejstvo uvek pozitivno za jednog ili oba partnera. Najprimitvniji oblik ovih odnosa je komensalizam, pošto koristi samo jednom učesniku, a nema nikakvo dejstvo na drugog. Tako su sesilne *Infusoria* pričvršćene za telo mobilnih životinja (rakovi ili mekušci) i koriste ga kao životni prostor. Mnogi insekti žive u jazbinama i dupljama insektivora i glodara koristeći povoljne uslove vlažnosti, tame i delimičnog izvora hrane koju im obezbeđuje domaćin. Komensalizam takođe može da omogući lokomociju manje vagilnog partnera koji se na taj način pasivno prenosi na velike daljine (morska riba *Remora remora* se pomoću pijavke pričvrsti za peraja ili telo velikih ajkula, a istovremeno koristi ostatke hrane domaćina i ima zaštitu od predatora). Prisniji odnos komensalizma je kada jedan partner živi u telesnim dupljama drugog bez ispoljavanja nepovoljnog dejstva. Takav je slučaj sa nekim morskim ribama i rakovima koji žive u plaštanoj duplji velikih puževa i školjki. U evolutivnom smislu ovaj odnos vodi ka prisnijem interspecifičkom kontaktu i to sa jedne strane prema mutualizmu, a sa druge ka parazitizmu. Mutualizam se može različito manifestovati i često se naziva simbiozom. Karakterističan je odnos između nekih vrsta ptica i biljojedih sisara. Tako npr. ptica pastirica sleće na ovce i hrani se krpeljima i drugim ektoparazitima. Odnos između mrava i biljnih vaši takođe pripada ovoj interspecifičkoj kategoriji. Posebno treba istaći mutualistički odnos između biljaka i životinja (insekti, ptice, slepi miševi) u procesu oprašivanja koji je od velikog ekološkog značaja. Takođe se javlja između dupljara i nekih jednoćelijskih algi (*Zoochlorella* i *Zooxanthella*).

Amensalizam je odnos izmedu dveju različitih vrsta organizma gde izlučeni metaboliti jedne vrste deluju negativno na drugu inhibirajući njen rast i razmnožavanje, a mogu biti i letalni. Javlja se kod bakterija i gljiva koje produkuju antibiotike sprečavajući razvoj drugih mikroorganizama.

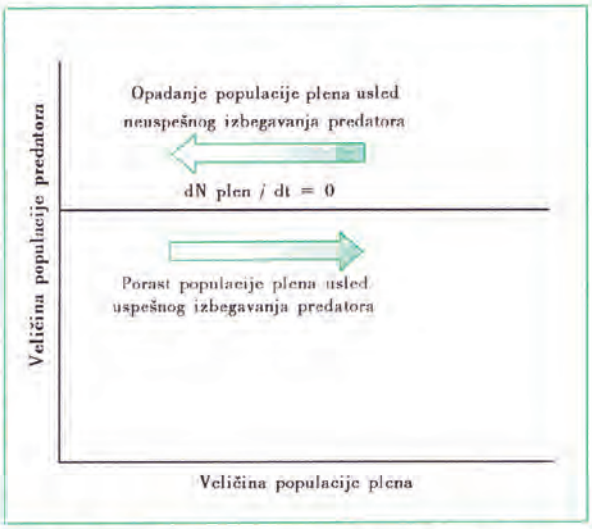
Predatorstvo i parazitizam su međusobna dejstva koja baziraju na složenim odnosima ishrane. Predatorima pripadaju svi životinjski organizmi koji slobodno žive i hrane se živim jedinkama. Ova definicija obuhvata sve interspecifičke odnose ishrane i bazira se na relaciji grabljivica-plen. Tokom evolucije formiran je čitav niz adaptivnih osobina kod oba partnera (sredstva za napad i odbranu, gonjenje i bežanje ili sakrivanje u vidu snažne telesne muskulature, rilice, zuba, električnih organa, otrovnih žlezda, egzoskeleta, kao i pojava prilagođenosti boje tela prema okolini).

Brojnost predatora i plena je međusobno uslovljena njihovom abundantnošću i frekvencijom. Dinamiku brojnosti populacije predatora reguliše količina hrane, dok brojnost plena zavisi od njegove sposobnosti da izbegne grabljivice (sl. 62 i 63).



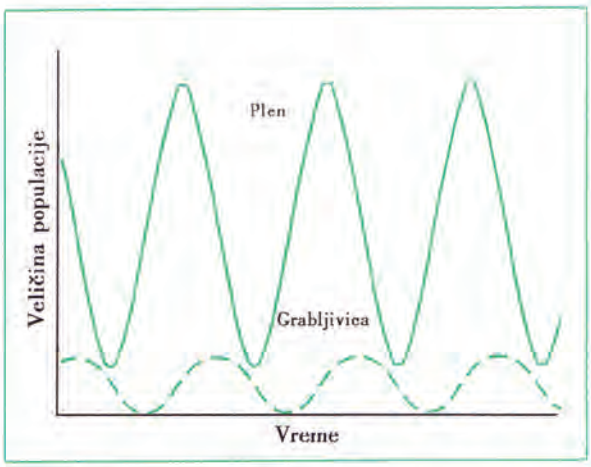
Slika 62. Trend predatorskih populacija prema LOTKA-VOLTERRA modelu (iz BREWER-a 1994)

Jedan od primera odnosa predator-plen su vrste insekata iz reda *Collembola* koje se hrane kupusnom nematodom *Heterodera cruciferae*. Najpoznatija je *Onychiurus armatus* koja napada još neke vrste nematoda (*H. schachtii* – repina nematoda i *H. trifolii* – nematoda deteline). Medu turbelarijama su kao predatori nematoda poznate vrste iz roda *Adenoplea*. Nematodama se hrane i pregljevi (*Acarina*) iz roda *Macrocheles*. Mnogi insekti predstavljaju predatore za fitofagne akarine. Tako je RAJKOVIĆ (1992) na soji ustanovila 6 insekatskih vrsta iz familja *Coccinelidae, Anthocoridae, Chrysopidae* i *Phytoseide*.



Slika 63. Trend populacija plena prema Lotka-Volterra modelu (iz BREWER-a 1994)

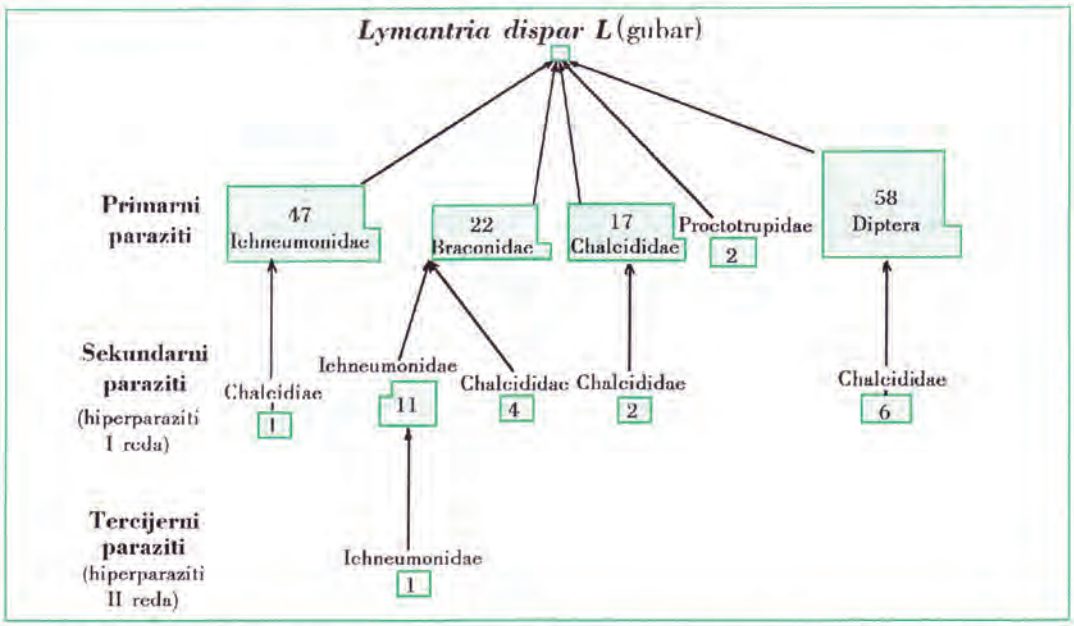
Brojnost pojedinih predatorskih vrsta je po pravilu manja u odnosu na brojnost plena. Na sl. 64 dat je prikaz brojnog odnosa populacija tokom ciklusa predator-plen u relaciji 1:6.



Slika 64. Shema brojnosti predatora i plena u određenom vremenskom periodu (iz BREWER-a, 1994)

Parazitizam se u principu ne razlikuje od predatorstva, samo što parazit živi na račun domaćina ne ubijajući ga (ELTON: *„Predator živi na račun kapitala, a parazit na račun interesa"*).

Prema mestu koje parazit zauzima u odnosu na telo domaćina postoje ekto- i endo-paraziti. Ektoparazitne nematode ceo svoj život provode u rizosferi biljaka gde se i hrane. Svojim stomatostiletom (vrste iz roda *Tylenchus*), ili odontostiletom (iz roda *Dorylaimus*) buše-ranjavaju biljno tkivo, injektiraju sekret ezofagijalnih žlezda (enzim), liziraju tkivo i tako usisavaju hranljive materije. Ove nematode jaja polažu slobodno u zemlju. Tipičan ektoparazit pupoljaka jagode je nematoda *Aphelenchoides fragariae* koja nepovoljne klimatske uslove preživljava u zemlji ili u razvojnim pupoljcima. Fini vodeni film na biljci omogućije nesmetani razvoj parazita koji se nalaze na površini domaćina i hrane se u epidermalnom tkivu u neposrednoj blizini terminalnog pupoljka. Na sličan način žive i galove nematode iz roda *Anguina* (*A. tritici* – pšenična nematoda – prva opisana fitoparazitna nematoda). U povoljnim uslovima temperature i vlage larve migriraju iz gala i penju se uz mlade, tek isklijale biljke pšenice (klijance) do temenog pupoljka. Tu su nematode zaštićene listovima i hrane se ektoparazitski. Nakon obrazovanja zrnevlja larve prodiru u klas, u njemu se presvlače i postižu polnu zrelost. Za to vreme se hrane mekim tkivom zrna prelazeći na endoparazitski način života. Nakon oplodnje ženke polažu jaja u zrnevlju iz kojih se pile larve L_2 koje ostaju u zaraženom zrnu. Međutim, kod vrsta iz roda *Tylenchulus* i *Rotylenchulus* juvenilni oblici se ponašaju kao ektoparaziti, a adultni prodiru u biljno tkivo i žive kao endoparaziti. Ipak većina nematoda vodi endoparazitski način života. Tako se npr. vrste iz roda *Pratylenchus* aktivno kreću kroz kortikalni sloj parenhima korena. Tu se hrane ćelijskim sadržajem i reprodukuju se u korenu. To su migratorni endoparaziti. Vrste ovog roda izazivaju pegavost korena. Neki paraziti takođe imaju svoje parazite i ovaj odnos se definiše kao hiperparazitizam (superparazitizam). Tako endozoične gljive (*Chytridiomycetes, Oomycetes, Zygomycetes, Deuteromycetes* i *Basidiomycetes*) zaražavaju mnogobrojne vrste iz roda *Meloidogyne,* kao i druge fitoparazitne nematode. Ove gljivice, ukoliko nisu u kontaktu sa nematodama, egzistiraju u obliku spora. Nematode mogu da pojedu spore ili se, pak, spore priljubljuju spolja na kutikulu nematoda. Za niže gljive je karakteristično da imaju spore sa bičevima pomoću kojih se incistiraju direktno u površinu kutikule, a nakon uspostavljanja kontakta sa domaćinom spore klijaju i penetriraju kroz kutikulu. Neke



Slika 65. Parazitski kompleks gubara: paraziti i hiperparaziti (SCHEDL, cit. STANKOVIĆ, 1962)

vrste gljiva parazitiraju na jajima nematoda, a najpoznatija među njima je *Ropalomyces elegans*. Na nematodama se kao paraziti javljaju i *Protozoa*. Bičar *Bodo caudatus* u vidu kolonije naseljava okolinu ekskretorne pore i usnog otvora nematode iz roda *Ditylenchus*.

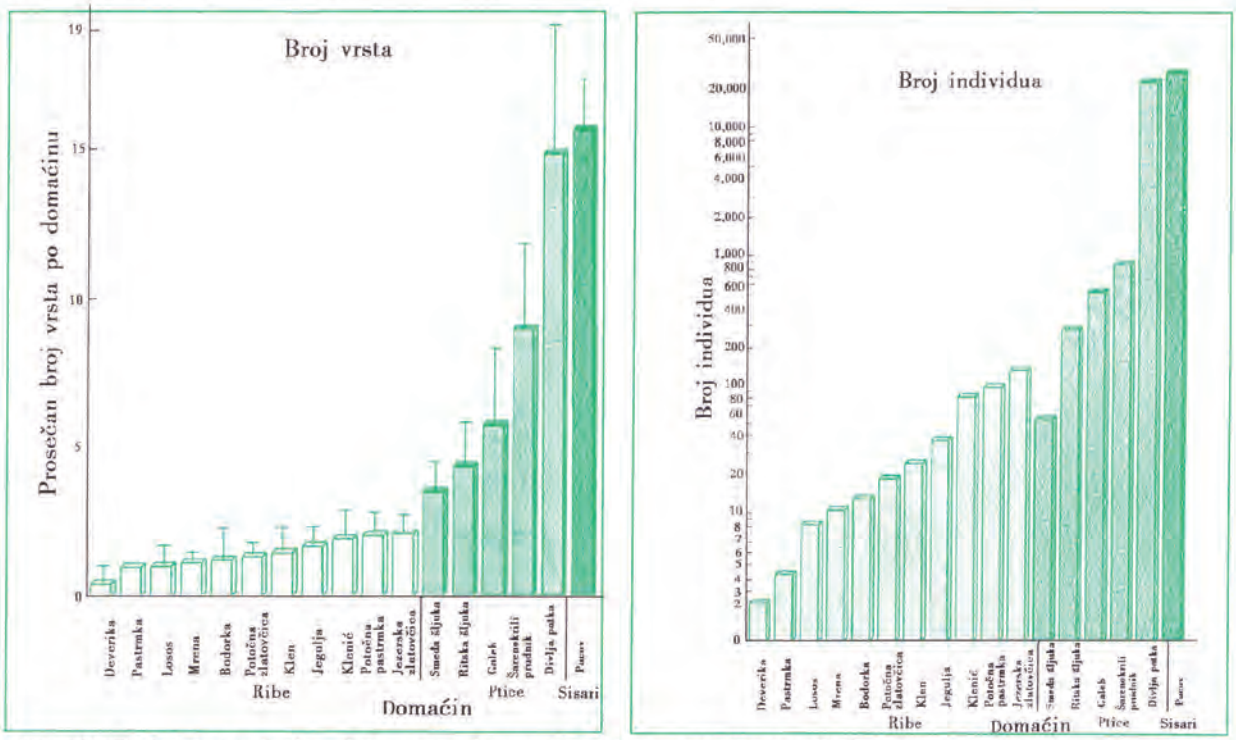
Entomofagi insekti paraziti utiču na prirodno ograničavanje brojnosti štetnih insekata. U biološkoj borbi protiv štetočina oni zauzimaju jedno od prvih i najvažnijih mesta. Ova vrlo velika grupa insekata obuhvata oko 200.000 raznih vrsta koja se uslovno može podeliti na parazitne osice i parazitne muve. Parazitne osice napadaju svoje domaćine u određenom stadijumu razvića, te tako postoje paraziti jaja, larava, lutaka i odraslih insekata. Insekti koji parazitiraju gubara najviše su proučavani i uključuju 80 vrsta, među kojima je 50 osa i 30 muva. Uz dejstvo ostalih nepovoljnih faktora, pre svega klimatskih, intenzivna aktivnost hiperparazita može uspešno da suzbije prenamnoženost ove značajne štetočine. Tokom 1935. godine konstatovana je velika smrtnost gubara koja se kretala od 63 do 77% a bila je prouzrokovana isključivo parazitima (VUKASOVIĆ, 1936).

Većina parazitskih insekata su polifagi i napadaju veći broj vrsta domaćina. Tako tahina *Compsilura concinnata* parazitira, osim na gubaru, još na stotinak drugih domaćina iz grupa *Lepidoptera*, *Tenthredinidae* i *Coleoptera* (sl. 65). Gustina populacije polifagih parazita kao i njihova uloga u kretanju populacije jednog od domaćina zavisi ne samo od njegove brojnosti nego i od brojnosti ostalih prisutnih domaćina koje parazitira.

Pojedini paraziti su specijalizovani da žive samo na jednoj vrsti domaćina i zbog toga poseduju specifičnu prilagođenost u vidu visoke plodnosti. Drugi, međutim, imaju široku valencu koja se ogleda u velikom broju različitih vrsta domaćina.

Pljosnate i valjkaste gliste parazitiraju u crevnom traktu riba, ptica i sisara. Njihovi domaćini mogu da budu infestirani sa različitim brojem vrsta i individua. Kod riba se broj ovih endoparazita kreće od 1 do 2, a broj individua 2–100 po domaćinu. Za ptice i sisare karakterističan je mnogo veći broj parazitskih vrsta (3–14) koje su zastupljene sa 50–200.000 po domaćinu (sl. 66).

Neke životinjske vrste, kao npr. pijavica *Hirudo medicinalis*, javljaju se kao predatori (hrane se puževima), ali i kao paraziti (kada se hrane krvlju sisara).



Slika 66. Broj vrsta i individua glista – crevnih parazita kod riba, ptica i sisara (iz BREWER-a, 1994)

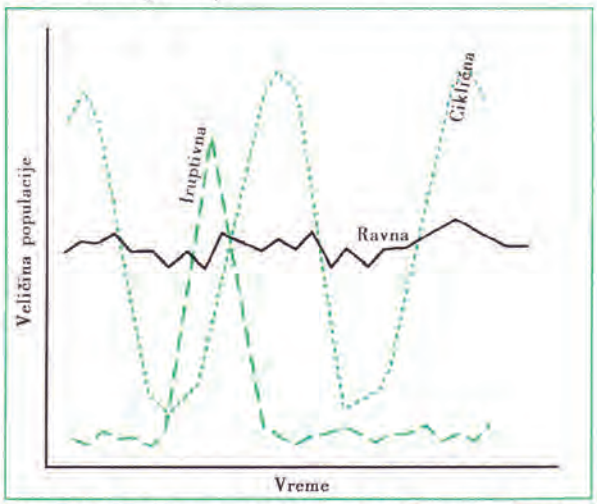
EKOLOGIJA POPULACIJE

Organske vrste se u prirodi održavaju, rasprostiru i evoluiraju kao organizovane grupe jedinki – populacije. Parenje, oplodnja i polaganje polnih produkata u cilju razmnožavnja odvijaju se u okviru populacija koje predstavljaju organizovane reproduktivne zajednice. Organizmi koriste izvore hrane i ostale uslove staništa kao članovi populacije kojoj pripadaju. Ove grupe jedinki aktivno menjaju svoju životnu sredinu i tako izmenjeni uslovi ponovo deluju na njih. Zbog toga organske vrste u prirodi ne treba posmatrati kao prost zbir izolovanih jedinki iste vrste, nego kao posebno organizovan biotički sistem – populacije.

DEFINICIJA POPULACIJE I NJENE KARAKTERISTIKE

Populacija je prostorno i vremenski integrisana grupa živih jedinki iste vrste, koja ima zajednički skup naslednh faktora, naseljava određeni prostor, pripada istom ekosistemu u okviru kojeg su jedinke međusobno povezane, pre svega odnosima razmnožavanja. Organske vrste su u okviru svog areala rasprostranjenja zastupljene manjim ili većim brojem populacija i svaka od njih predstavlja jednu dinamičnu celinu koju karakterišu sledeće osobine: gustina (veličina), prostorni raspored, natalitet, mortalitet, uzrasna struktura, potencijal i tok rasta i njeno održavanje. Za razliku od ovako definisane integracije jedinki iste vrste, u prirodi se, međutim, javljaju grupe individua različitih vrsta između kojih postoje uzajamni odnosi (npr. grabljivica-plen, domaćin-parazit itd). Ovakve grupe organizama mogu se formulisati kao mešovite populacije. Odnosi unutar mešovitih populacija prelaze granice definicije populacije i ulaze u okvire odnosa koji karakterišu životnu zajednicu.

Populacija je u stalnom pokretu, jer se konstantno menjaju njena veličina i unutrašnji sastav u funkciji vremena. Promena veličine populacije može se grafički predstaviti u vidu ravne, iruptivne i ciklične krive. Iruptivni i ciklični tip prikazuju velike promene brojnosti, a razlikuju se u tome što se ciklična obnavlja u relativno pravilnim intervalima (sl. 67).



Slika 67. Tipovi populacionih krivi (iz BREWER-a, 1994)

GUSTINA POPULACIJE

Gustina populacije je kvantitativna zastupljenost jedinki i može se izraziti brojem individua, odnosno njihovom biomasom po jedinici površine ili zapremine. Brojem individua na jedinici površine može se prikazati gustina za jedinke koje su podjednake veličine. Međutim, kod neujednačenih primeraka, biomasa predstavlja bolji izraz gustine populacije. Masa jedinki se može prikazati u sirovom i suvom stanju. Opšta gustina je srednja vrednost broja jedinki, odnosno njihove biomase, na jedinici biotopa u kojem živi određena populacija, dok se ekološka gustina izražava po jedinici stvarno naseljenog prostora. Gustina populacije se neprekidno menja u funkciji vremena i ima neravnomeran raspored (disperziju) u naseljenom biotopu, a regulisana je kapacitetom živo-

tnog staništa, uslovima ishrane, opštom produkcijom ekosistema, kao i odnosima kompeticije.

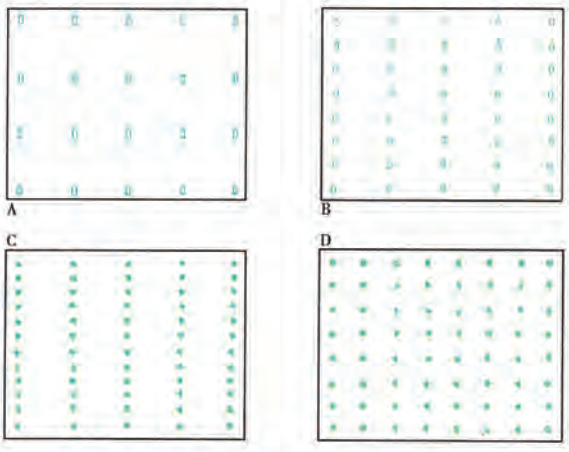
Kvantitativna ocena gustine populacije pojedinih organskih vrsta izračunava se na osnovu apsolutnih i relativnih metoda.

Apsolutnim metodama se utvrđuje ukupan broj jedinki jedne populacije po jedinici naseljenog prostora primenom sledećih postupaka: totalno prebrojavanje (cenzus), probne površine (metoda kvadrata) i markiranje.

Cenzus je postupak prebrojavanja jedinki cele populacije bez obzira na uzrast ili stadijum razvoja. Ova metoda se primenjuje pri analizi populacija kolonija i stada krupnijih ptica i sisara.

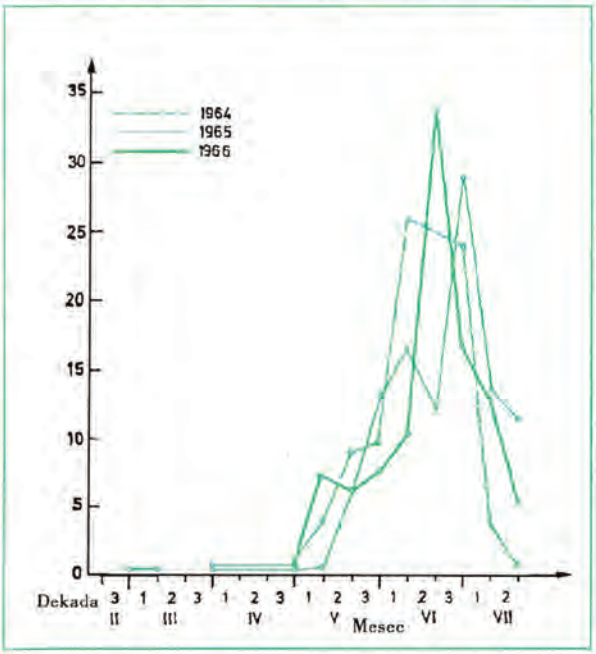
Metoda kvadrata je univerzalan način i veoma se često primenjuje u poljoprivredi sa raznovrsnim modifikacijama. Sastoji se u utvrđivanju broja jedinki na određenoj jedinici naseljenog prostora (probna površina). Veličina probnih kvadrata zavisi od gustine i disperzije populacije, a njena srednja gustina se izračunava na osnovu dovoljnog broja analiziranih uzoraka. Ova metoda, pored utvrđivanja gustine, omogućuje određivanje još nekih populacionih karakeristika kao što su frekvencija, pokrovnost ili konstantnost.

Pregled zemljišta se može izvesti na osnovu metode kojom se ustanovljava prisustvo određenih vrsta, njihova gustina, vertikalna i horizontalna disperzija, kao i stadijumi razvića. U zavisnosti od cilja ispitivanja odabiraju se odgovarajuće vreme, mesto, dubina iskopavanja, veličina, broj i raspored uzimanja uzoraka (sl. 68).



Slika 68. Shematski prikaz rasporeda uzimanja uzoraka zemljišta za analizu pedofaune na velikim parcelama: A – za ručno kopanje, B, C i D – za mehanizovano kopanje primenom traktorske bušilice ili sonde (ČAMPRAG, 1973)

Sitna fauna beskičmenjaka uspešno se sakuplja pomoću ekshaustora (usisivača). Izlaženje imaga pšeničnog tripsa (*Haplothrips tritici*) iz zemljišta se u proleće može evidentirati pomoću specijalnih metalnih prstenova prečnika 564 mm (površine 0,25 m^2) i visine 15 cm koji se utisnu u zemlju na dubinu 5-8 cm. U prsten se postavi list bele hartije namazan guseničnim lepkom a gornja strana prstena se pokrije neprovidnim platnom. Po jednom polju se postavi 3-6 metalnih prstenova. Odrasli insekti se zadrže na lepljivoj površini i tako se registruju vreme njihove pojave i brojnost. U cilju praćenja dinamike lêta ove vrste mogu se koristiti obojene lovne posude gde se uhvaćene jedinke svakodnevno registruju (sl. 69). Na osnovu dobijenih rezultata može se sačiniti višegodišnji prikaz gustine populacije tripsa. Praćenje dinamike brojnosti imaga, jaja i larvi, kao i razvoja klimatskih uslova, vrlo je značajno za prognoziranje stepena pojave i signalizacije za suzbijanje ove štetočine (ČAMPRAG, 1980).



Slika 69. Dinamika lêta tripsa tokom tri godine na strnim žitima u području Srbije (TEŠIĆ, 1976)

I negativno fototropni organizmi mogu se veoma dobro izdvojiti iz zemljišnih uzoraka pomoću Tulgrenovog aparata.

Postupak markiranja predstavlja indirektnu metodu kvantitativne analize populacija vagilnih

životinja kao što su insekti, ribe, ptice i sitni sisari. Sastoji se u markiranju (obeležavanju) ulovljenih individua, njihovom puštanju na slobodu i ponovnom sakupljanju (lovu). Na osnovu odnosa ponovo ulovljenih markiranih i nemarkiranih primeraka može se izračunati gustina analizirane populacije u vidu Linkolnovog indeksa. Broj jedinki pručavane populacije izračunava se na osnovu relacije: $x = m_1 t/m_2$, gde su x = ukupan broj jedinki u populaciji, m_1 = broj markiranih i na slobodu puštenih jedinki, t = ukupan broj ponovo ulovljenih jedinki i m_2 = broj ponovo ulovljenih (markiranih) jedinki.

Procena ukupne brojnosti populacije na osnovu Linkolnovog indeksa moguća je pod sledećim uslovima:

a) markirane jedinke, nakon puštanja na slobodu, treba da budu ravnomerno raspoređene

b) ista smrtnost nemarkiranih i markiranih jedinki

c) podjednak uspeh lova obeju grupa jedinki

d) odsustvo migracije na nivou proučavane populacije

Relativne metode se koriste u slučajevima kada je zbog tehničkih poteškoća nemoguće primeniti apsolutne metode. Dobijeni podaci mogu poslužiti za upoređivanje vrednosti gustine u okviru iste, kao i između različitih populacija u funkciji vremena. Ovom metodom mogu se odrediti relativna brojnost (abundanca) i indeks gustine populacije.

Abundanca je postupak kojim se ocenjuje relativna brojnost primenom skale od 1 do 5 (ili 1–10): 1 – vrlo redak, 2 – redak, 3 – slabo brojan, 4-brojan i 5 – vrlo brojan. Ova metoda se najčešće koristi za pručavnje gustine populacija planktonskih organizama, riba i ptica. Indeks gustine je kvantitivna indikacija brojnosti jedne životinjske vrste, a serija uzastopnih vrednosti služi za ocenu populacione dinamike i disperzije. Tako se indeks gustine populacije insekata na lucerki, detelini, strnim žitima i travnim površinama može odrediti postupkom košenja primenom entomološke mreže. Metodom transekta prebrojavaju se ptice i sisari duž uzanog pravolinijskog pojasa na većoj probnoj površini. Indeks gustine insekata i sitnih sisara utvrđuje se lovnim klopkama, ali treba imati u vidu da se na ovaj način lovi samo aktivni deo populacije. Zbog toga se moraju odabrati pogodno mesto i raspored klopki, kao i dužina trajanja lova.

Za efikasnu zaštitu useva neophodne su informacije o rasprostranjenosti i brojnosti dominirajućih vrsta glodara, zatim o fenologiji njihovog razmnožavanja i o stanju populacija u raznim poljoprivrednim reonima. Za voluharice je npr. vrlo praktična primena aviovizuelne i nadzemne metode. Aviovizuelna metoda daje opštu sliku o fazama dinamike populacije u jednom agrokompleksu i tom prilikom mogu se ustanoviti žarišta štetočine. Pomoću nadzemnih metoda utvrđuje se gustina kolonija i jazbina, karakter štetnosti i intenzitet razmnožavanja populacije (GLADKINA, 1990).

Rezultati merenja gustine populacije, dobijeni primenom apsolutnih i relativnih metoda, obrađuju se statističkim metodama.

PROSTORNI RASPORED

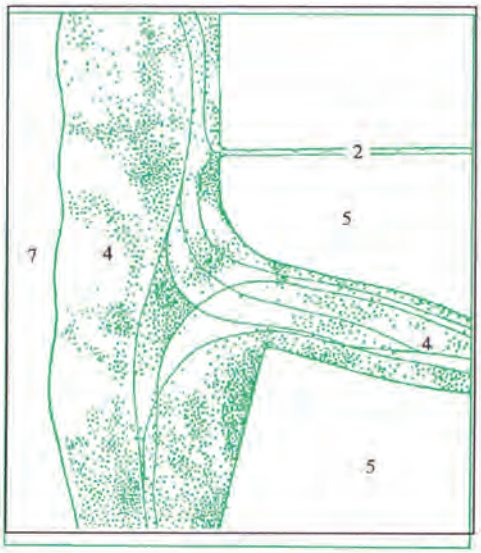
Sve životinjske organizme, izuzev sesilnih, karakteriše lokomocija, odnosno promena mesta u prostoru. Ovo kretanje predstavlja reakciju na delovanje raznovrsnih i promenljivih abiotičkih i biotičkih faktora. Nivo pokretljivosti pojedinih životinja označava se kao vagilnost. Na osnovu ove osobine vrste se raspoređuju u prostoru sa više ili manje uspeha šireći svoj areal u potrazi za pogodnim staništima, odnosno napuštajući mesta gde su uslovi za život postali nepovoljni. Kretanje jedinki jedne životinjske populacije u određenom vremenskom intervalu uslovljava njihov prostorni raspored. Kod nekih vrsta postoje adaptacije koje omogućuju pasivno širenje, putem cista, preko vagilnih vrsta (domaćin prenosi parazita), na nogama ptica močvarica (jaja i kokoni hidrobionata), pomoću vetra (pauci) itd. Postoje tri tipa prostornog rasporeda:

1. Neravnomeran raspored po principu slučajnosti
2. Ravnomeran (uniforman) raspored
3. Neravnomeran grupni raspored

Prva dva tipa se retko sreću u prirodnim uslovima. Međutim, u skladištima brašna, gde vladaju ujednačeni faktori, larve insekata su često ravnomerno raspoređene.

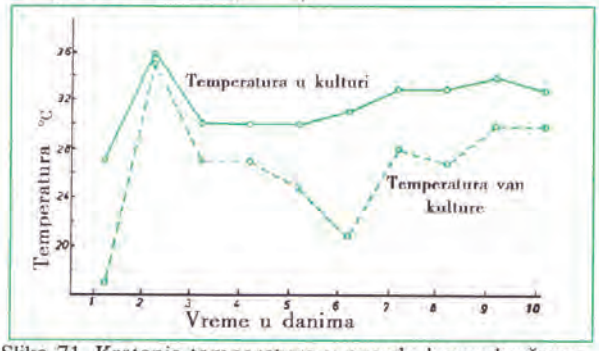
Neravnomeran grupni raspored je najčešći oblik prostornih odnosa u prirodi. Organizmi su raspoređeni na ovaj način usled delovanja niza faktora koji vladaju u različitim mikrostaništima zbog povoljnih uslova sredine, ishrane, zaklona, seksualnog privlačenja i razmnožavanja.

Tekunica u Vojvodini živi na suvim neobrađenim površinama, putevima i nasipima obraslim korovskom vegetacijom. Na sl. 70 prikazan je neravnomeran raspored jazbina ovog glodara u južnom Banatu.



Slika 70. Disperzija populacije tekunice *Spermophilus citellus* u oblasti kulturne stepe Vojvodine: 2. seoski put, 4. neobrađivane površine, 5. polja pod kulturama, 7. – šuma (RUŽIĆ-PETROV, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Grupni prostorni raspored jedne populacije često se javlja po principu slučajnosti. Odnosi jedinki u grupi mogu imati i karakter kooperacije koja smanjuje mortalitet za vreme nepovoljnih uslova i obezbeđuju povoljnu mikroklimu staništa. Tako grupa larvi brašnara održava u svom „gnezdu" (žarište razvića populacije od kojeg se zaraza kružno širi) znatno višu temperaturu u odnosu na spoljašnju sredinu koja povoljno utiče na njihovo razviće (sl. 71).



Slika 71. Kretanje temperature u gnezdu larava brašnara *Tenebrio molitor* i izvan gnezda (MICHAL, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Kretanje jedinki u okviru populacije povezano je sa ostvarenjem životnih potreba. Zbog toga se životinjski organizmi javljaju na određenom ograničenom prostoru koji se naziva njihov areal aktivnosti. Njegova veličina varira u odnosu na veličinu životinje, ali se isto tako može menjati u vezi sa sezonom ili gustinom populacije. Ceo areal aktivnosti, ili samo jedan njegov deo, može biti aktivno branjen od strane jedinke, porodice ili čitave grupe što ukazuje na pojavu teritorijalnosti. Ovaj fenomen je naročito izražen u periodu razmnožavanja kod nekih vrsta riba, ptica (pesma) i sisara (aktivna borba). Teritorijalnost ima veliki značaj za dinamiku populacije i sprečava povećanje gustine iznad kapaciteta datog staništa.

Gustina populacije se takođe reguliše posebnim tipom kretanja individua u vidu migracija koje mogu biti prouzrokovane stimulansima različitog karaktera, trajanja i obima. Razlikuju se tri kategorije ovakvih kretanja: migracije, emigracije i imigracije.

Migracija je ograničeno periodično kretanje individua ili grupa u oba smera i može se izvoditi u okviru ili izvan biotopa. Ograničene migracije na nivou biotopa su periodične promene mesta sa povratkom u toku dnevnog ili sezonskog ciklusa. Migratorna kretanja izvan biotopa podrazumevaju njegovo periodično napuštanje i povratak posle određenog vremena, a karakteristična su za veoma vagilne vrste kao što su ribe i ptice. Takva kretanja su masovna i odnose se na celokupnu populaciju. Mnoge vrste morskih riba (*Acipenseridae* i *Salmonidae*) mreste se u slatkim vodama preduzimajući obimna putovanja rekama uzvodno (anadrome vrste). S druge strane, slatkovodna riba jegulja odlazi na mrest u more (katadroma vrsta). Mnoge ptice takođe preduzimaju velika migratorna kretanja. Pojedine vrste u našim oblastima (letnji rezidenti) doleću u proleće u severnije predele, gde se gnezde i odgajaju mladunce, a krajem leta migriraju u pravcu juga radi prezimljavanja. Nasuprot njima, zimski rezidenti krajem jeseni napuštaju svoja severnija staništa i povlače se u pravcu juga.

Emigracija predstavlja periodično kretanje individua ili delova populacije samo u jednom smeru. Životinje migriraju zbog povećane populacione gustine, u potrazi za hranom itd. Tako gusenice gubara napuštaju deo šume u kojem su izazvale golobrst i kreću se u pravcu novih izvora hrane. Jedan od oblika emigracije je nomadizam

koji podrazumeva kretanje izvan prethodnog biotopa u potrazi za hranom.

Imigracija je oblik migratornog kretanja suprotan emigraciji, kada primerci jedne populacije nastanjuju lokalitet druge. Ovaj tip migratornog kretanja obuhvata pojedinačne primerke i ima velik značaj za održavanje ugrožene populacije na nekom prostoru.

Migratorna kretanja imaju velik značaj za dinamiku populacija životinjskih vrsta, utiču na njenu gustinu, kao i na veličinu areala. Prostorna i vremenska promenljivost areala jedne vrste omogućava uspostavljanje ravnoteže u okviru njenih populacija. Ovaj fenomen, koji je svojstven migratornim vrstama, daje posebnu karakteristiku njihovih areala i oni se nazivaju pulzirajući areali.

NATALITET, FEKUNDITET I FERTILITET

Natalitet je faktor pozitivnog rasta populacije i predstavlja produkciju novih jedinki. Za održavanje organske vrste u prirodnim uslovima veoma je značajna njena sposobnost zamene uginulih jedinki novim potomstvom procesom reprodukcije. Životinjske vrste imaju različit kapacitet razmnožavanja. Pantljičara *Taenia saginata* proizvede za 24[h] 13-14 zrelih proglotisa sa po 8.800 jaja, a domaća muva *Musca domestica* za tri nedelje položi oko 800 jaja. Maksimalna mogućnost plodnosti jedne vrste u optimalnim uslovima predstavlja njen potencijal razmnožavanja ili reprodukcioni potencijal. Imago kukuruzne pipe hrani se mnogim biljnim vrstama, ali ženka polaže najveći broj jaja posle ishrane kukuruzom. Repina pipa (*Bothynoderes punctiventris*) na temperaturi od 17,5°C položi svega 15 jaja, na 22,5°C 66 jaja, na 27,5°C 94 jajeta, a na 34,2°C 104 jajeta. Pored optimalne temperature (25-29°C) za polaganje jaja kod repine pipe veoma je značajna i relativna vlažnost vazduha (opt. vred. 55-65%). U okviru plodnosti jedne vrste treba razlikovati fekunditet, kao fiziološku mogućnost produkcije maksimalnog broja jaja, od fertiliteta, koji predstavlja stvarni broj položenih jaja ili broj rođenih mladunaca.

Potencijalna nosivost (fekunditet) ženki metlice (*Loxostege sticticalis*) kreće se od 500 do 800 jaja (SKOBLO, 1935). Nosivost zavisi od vrste hrane koju su gusenice koristile za vreme svog razvića, a ukupan broj jaja po jednoj ženki varira i povezan je sa vrstama kulturnih i korovskih biljaka na kojima se odvija polaganje (fertilitet, tab. 10).

VUKASOVIĆ i MARTINOVIĆ (1959) izučavaju uticaj različite hrane na plodnost i nosivost ženki pasuljevog žiška (*Acanthoscelides obtectus*). Jedinke gajene na zrnima pasulja prosečno su snele 84 jajeta, na zrnima graška 44, na soji 29, ženke koje nisu hranjene snele su samo 7 jaja. Pasulj, kao najčešća biljka hraniteljka larvi ove vrste predstavlja najbolji stimulans za rad jajnika.

Reprodukcija može imati različitu brzinu, a izražena u jedinici vremena predstavlja stopu nataliteta (S_n) koja obuhvata broj jedinki rođenih u populaciji (ΔN) u toku određenog vremenskog perioda (Δt – čas, dan, nedelja, mesec, godina):

$$S_n = \Delta N_n / \Delta t$$

i izražava se u procentima ili promilima u odnosu na početni broj jedinki u populaciji ili njenom delu.

Stopa nataliteta je uvek pozitivna, povremeno je jednaka nuli i zavisi od mnoštva abiotičkih i biotičkih faktora. Tako broj jaja koji polaže ženka vinske mušice zavisi od kvaliteta i količine hrane, temperature, vlažnosti sredine i od broja

Tabela 10. Polaganje jaja metlice (*Loxostege sticticalis*) na lucerku i korove u lucerištima tokom leta 1975. godine u Vojvodini (JOVANIĆ i STAMENKOVIĆ, 1976)

Biljne vrste na kojima su položena jaja	Broj po 1 m^2		Variranje broja jaja po jednom leglu	Prosečan broj jaja po jednom leglu
	Jajnih legala	Jaja		
Luceraka	93	176	1-11	1,9
Solanum nigrum	20	32	1-12	1,6
Panicum crus-galli	9	12	1-2	1,3
Rumex sp.	5	6	1-2	1,2
Amaranthus retroflexus	3	5	1-3	1,7
Taraxacum officinale	3	5	1-3	1,7
Svega	133	236	1-12	1,8

jedinki u kulturi. Pri oceni stope nataliteta pojedinih vrsta porede se odgovarajući stadijumi razvoja (jaja, larve, lutke, VUKASOVIĆ i sar., 1972).

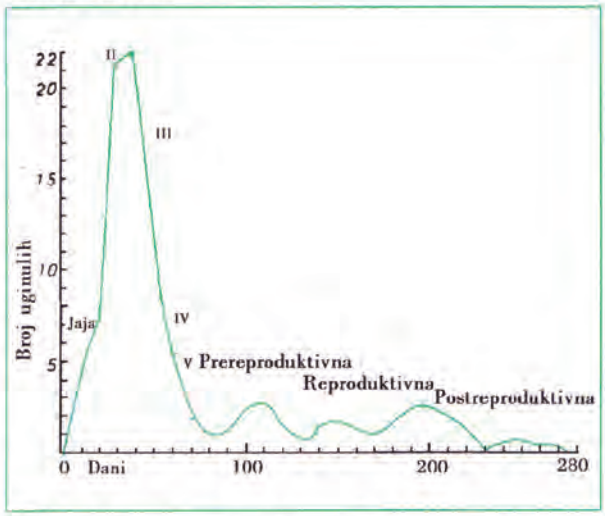
MORTALITET

Mortalitet je faktor negativnog rasta populacije i predstavlja pojavu koja je suprotna natalitetu. Izražava se kao broj uginulih individua jedne populacije u jedinici vremena (stopa mortaliteta). Opšta stopa mortaliteta obuhvata ukupan broj uginulih jedinki bez obzira na starost i pol, dok se specifična stopa smrtnosti izražava u odnosu na ove atribute.

Minimalna smrtnost jedinki koje uginjavaju od starosti predstavlja fiziološki mortalitet, dok ekološki mortalitet nastaje kao rezultat uticaja nepovoljnih ekoloških faktora.

Prosečna ostvarena dužina života individua jedne vrste uslovljena je stopom preživljavanja jedinki u populaciji. Istovremeno je za dinamiku populacije značajno da se konstatuje intenzitet smrtnosti pojedinih stadijuma razvića, odnosno uzrasnih klasa na osnovu tablica smrtnosti. Procenat smrtnosti izračunat samo za jedan razvojni stadijum predstavlja prividni mortalitet, a procenat uginulih jedinki prikazan u odnosu na veličinu početne populacije je stvarna smrtnost. Rast ili opadanje populacije usko su povezani sa visinom realnog mortaliteta. Jedna populacija je brojno konstantna ako je ukupni mortalitet jednak natalitetu. Prema tome, kada od 100 primeraka prežive samo dva, mužjak i ženka, ukupni mortalitet iznosi 98%. Ukupna smrtnost je veoma varijabilna i može se prikazati iz odnosa M/P, gde je M mortalitet, a P preživljavanje. Na osnovu ovih vrednosti izračunavaju se indeksi pravca kretanja populacije.

Stopa smrtnosti je najviša kod najmladih uzrasnih kategorija, a znatno je manja u prereproduktivnoj, reproduktivnoj i postreproduktivnoj fazi života. Na sl. 72 prikazano je kretanje mortaliteta skakavca *Sch. gregaria* u pojedinim fazama razvića.



Slika 72. Broj uginulih skakavaca *Schistocerca gregaria* u stadijumima jajeta, nimfe i imaga (BODENHEIMER, cit. STANKOVIĆ, 1962)

U ogledu postavljenom sa vrstom *Loxostege sticticalis* ispitivan je uticaj ishrane različitim vr-

Tabela 11. Uticaj ishrane raznim vrstama biljaka na dužinu razvića i mortalitet gusenica metlice *Loxostege sticticalis L.* (DANILOVSKIJ, 1936)

Grupa biljaka	Vrste biljaka	Dužina razvića gusenica u danima	Mortalitet gusenica (u %)	Težina lutaka (mg)
I	*Chenopodium album* *Beta vulgaris* *Kochia prostata* *Aegopodium podagraria*	11,5–13,0	31–47	32–38
II	*Trifolium sp.* *Polygonum aviculare* *Artemisia spp.*	13,5–18,3	53–74	23–30
III	*Agropyrum repens* *Obione venucifera* *Salicornia herbacea* *Zea mays* *Nicotiana rustica* *Nicotiana tabacum*	gusenice nisu završile razvoj	100	–

stama biljaka na dužinu razvića i mortalitet gusenica. Tek ispilele gusenice gajene su na temperaturi od 25°C i na relativnoj vlažnosti vazduha od 100% do pojave lutaka. Biljke su svrstane u tri kategorije (tab. 11). Gusenice koje su hranjene I grupom (pepeljuga, repa, metlica i sedmolist) završile su razviće za 11,5-13 dana sa mortalitetom od 31-47%, a masa lutaka je iznosila 32-38 mg. Biljke iz II grupe (detelina, troskot i pelen) bile su manje povoljne za ovog insekta i razviće gusenica je trajalo 13,5-18,3 dana sa mortalitetom između 53 i 74%, a masa lutaka je bila svega 23-30 mg. Gusenice gajene na biljnim vrstama iz III grupe (pirevina, kukuruz, duvan, krdžan i solnjača) nisu uspele da završe razviće (sa mortalitetom od 100%).

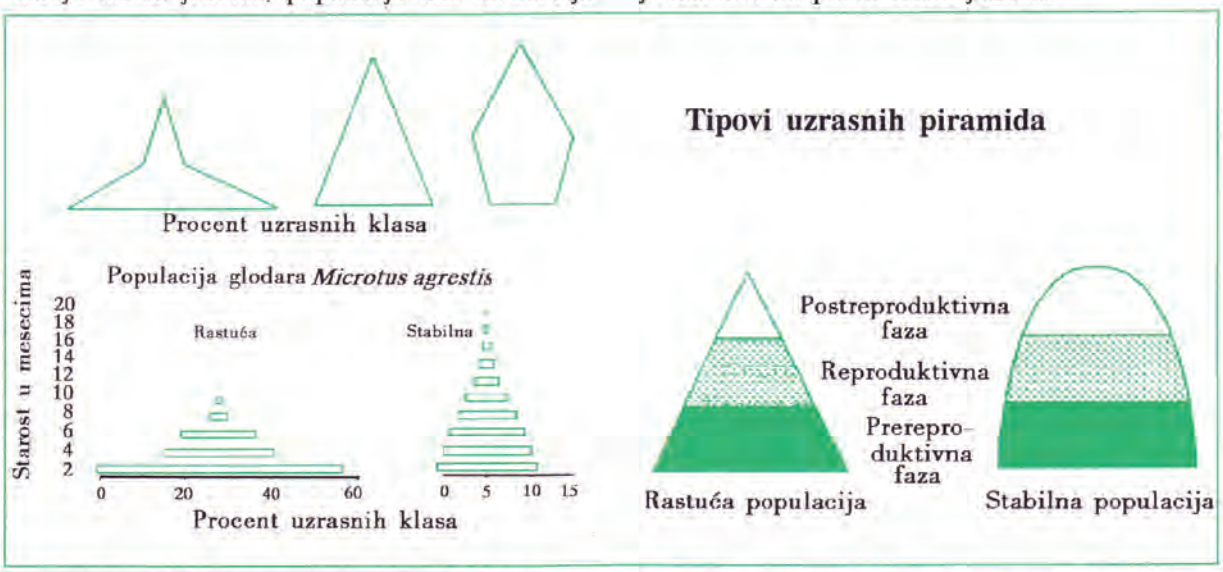
Natalitet i realna smrtnost su osnovni faktori koji određuju gustinu populacije u funkciji vremena.

UZRASNA STRUKTURA

Uzrasna struktura populacije može se predstaviti kao numerički odnos uzrasnih stadijuma ili klasa koji ulaze u njen sastav. Ova osobina populacije je usko povezana sa natalitetom i mortalitetom. Zbog toga je uzrasna struktura indikator razvoja jedne populacije. Ukoliko preovlađuju mlađe jedinke, populacija ima tendenciju brzog rasta, a dominacija starijih klasa ukazuje da je populacija u opadanju. Podjednako učešće primeraka različitih uzrasnih klasa definiše populaciju u stacionarnom stanju. Starosna struktura populacije zavisi od stepena eliminacije jedinki, koji predstavlja adaptivni karakter za pojedine vrste.

U strukturi populacije razlikuju se sledeće grupe uzrasnih klasa: prereproduktivna, reproduktivna i postreproduktivna. Najmlađu grupu čine individue koje se nalaze u fazi razvoja od oplođenog jajeta do polno zrelog stadijuma. Reproduktivnu klasu sačinjavaju polno zrele jedinke sve dok su sposobne za razmnožavanje. Najstariju grupu u okviru populacije čine jedinke u postreproduktivnoj fazi koja traje do smrti.

Dužina trajanja ovih kategorija veoma je različita kod pojedinih životinjskih vrsta. Neki insekti (*Ephemeroptera*) imaju dugu prereproduktivnu fazu (više godina), reproduktivna traje samo nekoliko časova, dok postreproduktivni period potpuno izostaje. Kod jedinki sa životnim ciklusom koji se obavi više puta u toku jedne godine (*Oligochaeta*, insekti, glodari), ili je za to potrebno više godina (ribe, ptice, većina sisara), u uzrasnoj strukturi će biti zastupljene raznovrsne starosne kategorije. S druge stane, kod vrsta čiji se životni ciklus obavi u toku samo jedne godine, populacija se u sezoni razmnožavanja sastoji većinom od polno zrelih jedinki.



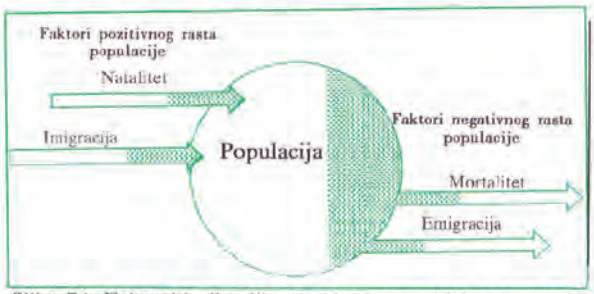
Slika 73. Tipovi uzrasnih piramida. Gore: tri tipa piramida sa velikim, umerenim i malim procentom mladih jedinki. Dole: uzrasne piramide laboratorijske populacije livadske voluharice *Microtus agrestis* u fazi rasta (levo) i u fazi kada su stopa rađanja i stopa smrtnosti jednake (ODUM, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Odnosi pojedinih uzrasnih kategorija mogu se predstaviti uzrasnim piramidama u kojima figurira procentualna zastupljenost pojedinih uzrasnih klasa (sl. 73).

RAST, POTENCIJAL I ODRŽAVANJE POPULACIJE

Rast populacije se manifestuje preko promena gustine i brojnih odnosa. Gustina prirodnih populacija neprekidno varira u funkciji vremena, često u fluktuacijma. Te promene nastaju u vezi sa delovanjem abiotičkih i biotičkih faktora.

Potencijal razmnožavanja, ostvaren kroz stopu nataliteta, je osnovni faktor rasta populacija. Istovremeno, značajnu ulogu imaju stopa mortaliteta kao i stopa preživljavanja jedinki. Stopa nataliteta, zavisi od brojnog odnosa polova i plodnosti ženki. Takođe, plodnost ženki je zavisna od gustine populacije i broja generacija, a usko je povezana sa starošću. Broj sterilnih ženki u populacijama tekunice (rod *Spermophilus*) može da varira u pojedinim generacijama od 12 do 98%. Pored nataliteta i mortaliteta, na veličinu populacije direkto utiču i migratorni procesi (sl. 74).



Slika 74. Faktori koji utiču na promenu veličine populacije (iz BREWER-a, 1994)

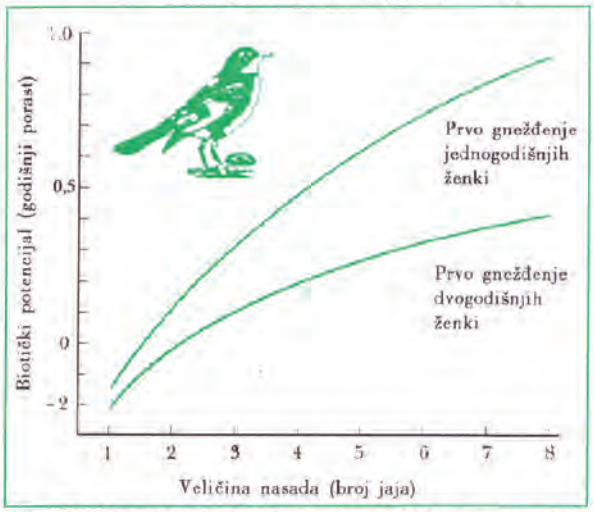
Konačno, potencijal razmnožavanja veoma zavisi od kompleksa abiotičkih i biotičkih faktora.

Potencijalna moć rasta populacije može se izraziti preko biotičkog potencijala, koji je konstantan za pojedine vrste, a uključuje potencijal razmnožavanja i stope preživljavanja. Biotički potencijal predstavlja kapacitet rasta populacije i označava unutrašnju brzinu populacionog rasta kao endogenog faktora. To podrazumeva kvantitativni izraz dinamičke snage vrste koja se suprotstavlja otporu sredine u procesu borbe za opstanak. Stvarni rast jedne populacije je rezultat uzajamnog dejstva biotičkog potencijala i otpora sredine. Ukoliko je otpor veći, neophodan je i veći biotički potencijal da bi vrsta opstala. Biotički potencijal se u prirodnim uslovima samo delimično ostvaruje usled konstantnog dejstva otpora sredine koje čini kombinacija abiotičkih i biotičkih faktora. Tako se broj parova domaćeg vrapca na površini od 100 jutara kreće od 9 do 13, iako bi prema svom potencijalu razmnožavanja on mogao iznositi preko 250.

Biotički potencijal zavisi od sledećih faktora:

1. Broj mladih u leglu i broj legala u toku godine
2. Preživljavanje prereproduktivnog i reproduktivnog uzrasta
3. Uzrast na kojem počinje reprodukcija
4. Trajanje reproduktivnog perioda (neki organizmi ostave potomstvo samo jednom u toku života, ali se većina vrsta razmnožava svake godine, sve do kraja života ili do ulaska u postreproduktivni period)

Na primer, biotički potencijal ptica može se prikazati preko broja jaja u nasadu i uzrasta na kojem počinje razmnožavanje. Ženke koje u prvoj godini života polože četiri jajeta imaju veći značaj za biotički potencijal populacije nego one koje se prvi put gnezde tek u drugoj godini života i tom prilikom polože osam jaja (sl. 75).



Slika 75. Uticaj broja jaja i uzrasta ženki kod prvog gnežđenja na biotički potencijal (iz BREWER-a, 1994)

Moć rasta populacije se može preciznije matematički izraziti pod sledećim pretpostavkama:

1. Da populacija raste u neograničenoj sredini (optimalni uslovi prostora, hrane, kompeticije, fizičko-hemijskih faktora itd.)

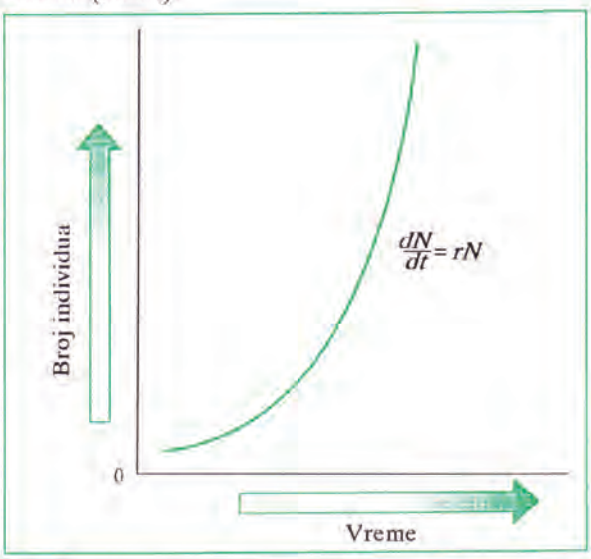
2. Da je stopa nataliteta i mortaliteta konstantna u svim uzrasnim klasama

3. Da nema migratornih kretanja

U tim uslovima rast populacije bi bio proporcionalan njenoj veličini i maksimalan. Faktor proporcionalnosti rasta populacije se označava sa r i može se predstaviti relacijom:

$$rN = dN / dt$$

Kod eksponencijalnog rasta populacije brzina rasta je povezana sa biotičkim potencijalom i brojem reproduktivnih individua koji se permanentno povećava (sl. 76).



Slika 76. Teorijska kriva eksponencijalnog rasta populacije (iz BREWER-a, 1994)

Istovremeno se rast populacije može prikazati eksponencijalnom jednačinom: $N_t = N_0 e^{rt}$, gde je N – veličina populacije u vreme 0, N_t – veličina populacije u vreme t, a e – baza prirodnog logaritma. Indeks r predstavlja razliku između trenutne specifične stope nataliteta (b) i trenutne specifične stope mortaliteta (d):

$$r = b - d$$

Indeks rasta (r) može se označiti kao specifična stopa rasta koja je karakteristična za pojedine organske vrste i ostvaruje se u optimalnoj kombinaciji abiotičkih i biotičkih faktora.

Teorijski rast populacije je, prema tome, eksponencijalan pod uslovom da se zadovolje navedene pretpostavke.

Maksimalna stopa rasta jedne populacije moguća je samo u eksperimentalnim uslovima. Životna sredina skladišnih insekata se veoma približava optimalnim uslovima i zbog toga oni postižu veoma visoku stopu rastenja populacije. U prirodi se, međutim, ostvaruje aktuelna stopa rasta koja zavisi od datih ekoloških faktora.

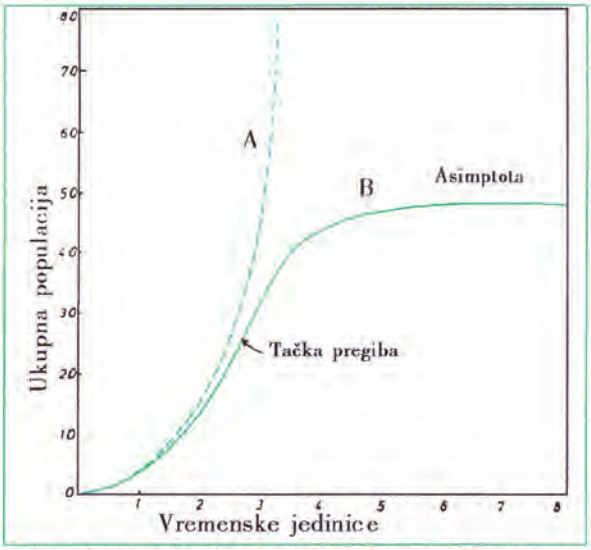
Tok rasta populacije karakteriše nekoliko uzastopnih faza koje imaju svoje posebne odlike:

1. Faza pozitivnog rasta
2. Faza stacionarnog rasta
3. Faza osciiacija i fluktuacija
4. Faza negativnog rasta
5. Faza iščezavanja

Jedna hipotetična populacija u neograničenoj sredini mogla bi imati eksponencijalni rast pod konstantno optimalnim uslovima imajući u vidu ogromnu moć ekspanzije žive materije. Međutim, ograničeni kapacitet svake sredine suprotstavlja se eksponencijalnom rastu populacije i svodi ga na napred navedene faze.

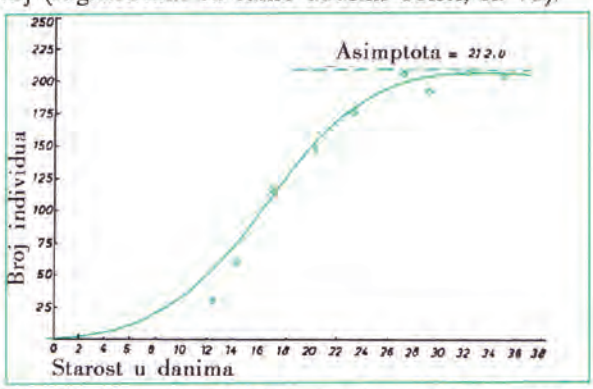
Pozitivan rast karakteriše početnu fazu kretanja rasta populacije. U neograničenoj sredini u kojoj vladaju optimalni uslovi, a dejstvo ograničavajućih faktora svedeno na minimum (ili je odstranjeno), rast populacije je eksponencijalan i kriva ima oblik slova J. Ovo je samo hipotetički model koji se teško može sresti u prirodi. U prirodnim uslovima, kada je sredina ograničena u prostornom smislu, a takođe i njen kapacitet (hrana, predatori itd.), rast populacije ostvaruje jedan maksimum, a zatim sledi progresivno opadanje, da bi se zaustavio na određenoj visini i ima oblik sigmoidne krive. Ovakva situacija nastaje kada jedna vrsta prodire u novi biotop. Tako populacija brašnara (*Tribolium confusum*) u početnoj fazi rapidno raste i u optimalnim uslovima temperature od 27°C i vlažnosti 75% posle 100 dana postiže prosečnu gustinu od 44 jedinke na jedan gram brašna. Posle toga rast populacije se gotovo zaustavlja pošto deluju faktori borbe za opstanak kroz kompeticiju izraženi preko kanibalizma. Larve i imaga se hrane sopstvenim jajima i lutkama intenzitetom koji se povećava sa gustinom populacije. Sigmoidni rast gustine populacije je najočigledniji kod organizama sa jednostavnijim životnim ciklusom (bakterije, *Protozoa*). Kod životinja sa složenijim ciklusom razvića gde postoje razni prelazni stadijumi (jaje, larva, lutka) pozitivni rast gustine populacije samo približno odgovara

sigmoidnoj krivi. Kod njih početni rast više odgovara krivulji eksponencijalnog rasta (sl. 77).



Slika 77. Teorijske krive pozitivnog rasta populacije. A – u neograničenoj sredini. B – u ograničenoj sredini (CLARKE, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Tipičan primer sigmoidnog rasta populacije sreće se kod životinjskih organizama sa složenim životnim ciklusom. Gajenje kuture vinske mušice u ograničenom prostoru i pod kontolisanim laboratorijskim uslovima pokazuje da tok populacionog rasta u potpunosti odgovara sigmoidnoj krivoj (registrovani su samo adultni oblici, sl. 78).

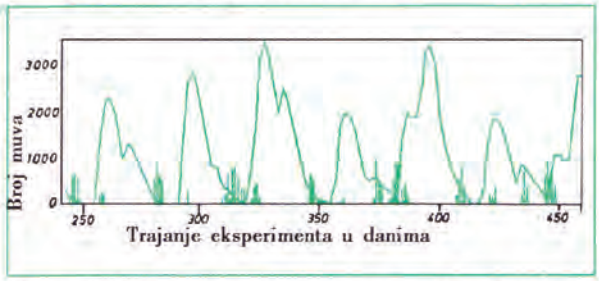


Slika 78. Rast laboratorijske populacije vinske mušice *Drosophila* (PEARL, cit STANKOVIĆ, 1962)

Stacionarna faza nastupa posle pozitivnog rasta gustine populacije u ograničenom prostoru, kada je populacija dostigla maksimalni nivo. Ovaj nivo se često označava kao stanje ravnoteže.

Kolebanja gustine populacije su najčešća pojava u prirodi za većinu organskih vrsta i mogu biti označena kao oscilacije i fluktuacije koje ilustruju složenu dinamiku međusobnih odnosa organizama i sredine.

Oscilacije rasta populacije nastaju u vremenskom intervalu između individualnog porasta (brojnost) do maksimalne gustine polno zrelih jedinki i dejstva faktora kompeticije (dužina trajanja razvojnog ciklusa vrste). Oscilacije se mogu posmatrati u eksperimentalnim i prirodnim populacijama. U laboratorijskim uslovima kod muve *Lucilia cuprina*, koja se hrani leševima ovaca, zapažena su kolebanja brojnosti imaga u pravilnim vremenskim intervalima. Populacija je hranjena ograničenom i konstantnom količinom mesa. Uvećanjem broja imaga dolazi do povećanja broja položenih jaja i gustine ispilelih larava između kojih vlada kompeticija u pogledu ishrane. Kao posledica se javlja slaba uhranjenost guste populacije larvi koje su nesposobne da nastave dalju metamorfozu (lutka, adult) što smanjuje broj novih imaga. Smanjenje brojnosti populacije imaga uslovljava manji broj položenih jaja, ispilele larve imaju dovoljnu količinu hrane, pa se metamorfoza u tim uslovima normalno izvodi do kraja. Između porasta do maksimalne gustine imaga i dejstva faktora kompeticije postoji vremenski razmak u trajanju od nekoliko nedelja. Oscilacije broja imaga pravilno se smenjuju tokom posmatranog perioda (sl. 79).

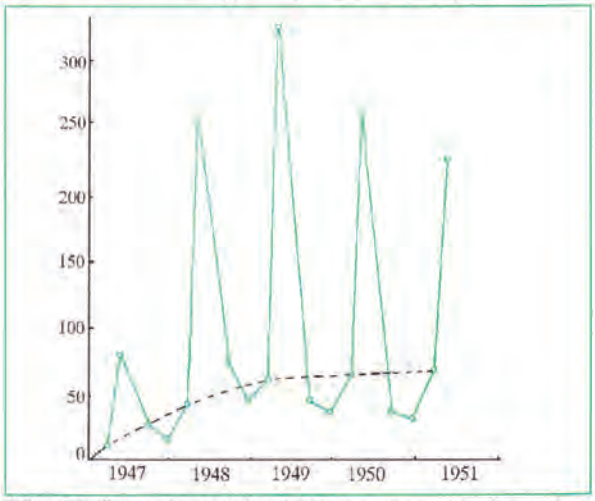


Slika 79. Oscilacije gustine populacije imaga muve *Lucilia cuprina* usled kompeticije između larava. Kriva – broj imaga muve u kavezu; Vertikalne linije – broj imaga koji potiču iz jaja položenih u označenim datumima (NICHOLSON, cit STANKOVIĆ, 1962)

Kod cikličnih oscilacija treba razlikovati sezonske oscilacije koje su karakteristične ne samo za vrste sa kraćim životnim ciklusom (*Oligochaeta, Insecta*) nego i za ptice i glodare.

Ova sezonska kolebanja ili pulzacije brojnosti, koje se često javljaju naglo i gotovo eksplozivno kao pravi „talasi života", karakteristični su i

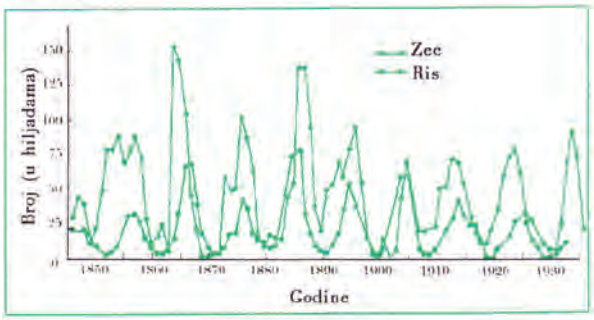
za običnu senicu *Parus major* (sl. 80). Promene gustine populacije uslovljene su pre svega kolebanjem klimatskih faktora i zbog toga su karakteristične za populacije umerenih i severnih krajeva, a znatno manje se javljaju u tropima.



Slika 80. Sezonska kolebanja brojnosti populacije senice *Parus major* (LACK, cit STANKOVIĆ, 1962)

Sezonska aktivnost populacije hrčka (*Cricetus cricetus*) u Vojvodini ima fazni karakter. Oscilaciona faza je karakteristična za period april-jun, faza visoke brojnosti nastupa juna-jula, a faza destabilizacije i pada brojnosti nastaje avgusta-septembra (KRSMANOVIĆ i sar., 1987). Porast i opadanje brojnosti jedinki u populacijama sitnih glodara pravilno se smenjuju. Na primer, populacija voluharice (*Microtus arvalis*) u našim uslovima dostiže maksimum gustine svake treće godine. Osnovni faktori koji utiču na ove oscilacije povezani su sa fiziološkim promenama stanja organizma u okviru endokrinog sistema.

Tipičan primer ciklične oscilacije može se uočiti u odnosima brojnosti grabljivice i plena. Tako godišnji ulov američkog zeca i risa u periodu od preko 200 g. prikazuje ciklična kolebanja populacije obeju vrsta. Vremenski razmak između pojedinih maksimuma brojnosti iznosi za zeca prosečno 9,6, a za risa 9,7 godina. Između risa i zeca postoji odnos grabljivica-plen i pri tome maksimalna brojnost grabljivice zaostaje za maksimumom zečeva 1-2 godine. Godišnji lov risa se brzo smanjuje čim zečevi postanu retki. Opadanje gustine populacije risa je uslovljeno oskudicom osnovne hrane (zbog isčezavanja zečeva), ali istovremeno i zbog nesposobnosti da u uslovima slabe ishrane prežive niske zimske temperature (sl. 81).



Slika 81. Kretanje brojnosti zečeva *Lepus americanus* i risa *Lynx canadensis* na osnovu količina ulovljenog krzna – Primer cikličnih oscilacija gustine životinjskih populacija (iz BREWER-a, 1994)

Fluktuacije populacionog rasta predstavljaju neperiodična kolebanja brojnosti mnogih organskih vrsta. Ova vrsta kolebanja brojnosti je rezultat prave populacione eksplozije, posle koje dolazi do smirivanja i pada gustine populacije usled delovanja intraspecifičkih odnosa kada dolazi do faze negativnog rasta, koji ponekad vodi i do iščezavanja populacije. Fluktuacije su veoma karakteristične za privredno značajne vrste insekata i sitnih glodara. Kada se gustina jedne populacije poveća do stepena prenamnoženosti dolazi do invazija i nanošenja velikih šteta u agrobiocenozama i šumama.

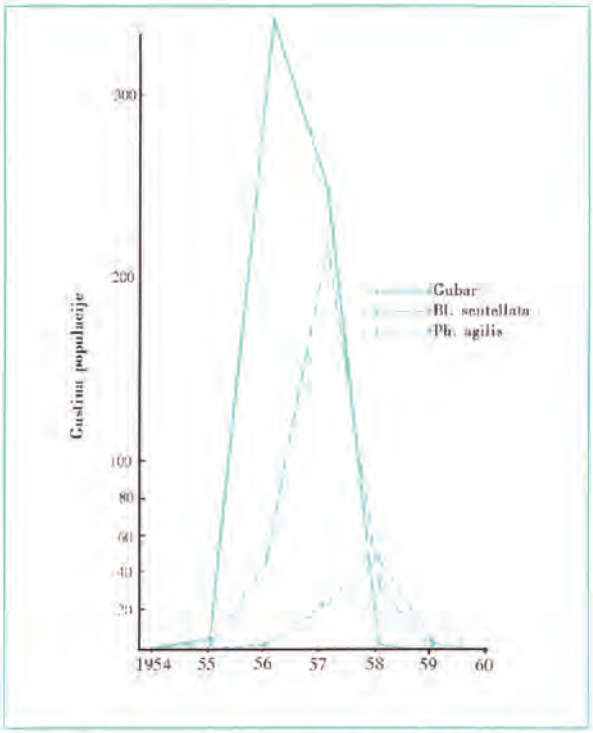
Masovne povremene i višegodišnje pojave štetočina nazivaju se invazijama ili gradacijama. U njihovom pojavljivanju, postepenom širenju i iščezavanju postoji izvestan utvrđeni red, odnosno postupnost. Gradacije počinju obično lagano, brojnost populacija se postepeno uvećava, što ima za posledicu širenje areala i povećanje štete. Tako dolazi do kalamiteta, često vrlo opasnih, koji traju 1-3 godine, a zatim se brojnost naglo smanjuje, intenzitet invazije opada i gustina populacija se svodi na minimum da prolazi gotovo nezapaženo. Prvi deo gradacije, sa usponom do maksimuma brojnosti individua i veličine šteta, naziva se progradacijom, a drugi deo, koji obuhvata opadanje u jačini invazije, je retrogradacija. Period mirovanja između dveju gradacija, kada je posmatrana vrsta sasvim malobrojna, naziva se latencom. U većini slučajeva gradacije su domaćeg (autohtonog) porekla i nastaju kada su uslovi ravnoteže u biocenozi poremećeni. Postoje i alohtone gradacije, kada štetočine dolaze iz drugog areala, često

prelazeći vrlo velik prostor, ostaju izvesno vreme u novom, proširenom delu areala, da bi zatim iščezle u sledećem vremenskom periodu. Problem nastanka i iščezavanja gradacija vrlo je složen i zbog toga se svaki pojedinačni slučaj mora posebno proučavati. Na pojavu gradacija utiču spoljašnji i unutrašnji faktori. Najznačajniji spoljašnji faktori su klimatski, interspecifička kompeticija (prirodni neprijatelji), a neki autori navode uticaj sunčevih pega i emanacija Sunca. Među unutrašnjim faktorima posebno treba navesti biotički potencijal, kada ženke na početku gradacije produkuju nekoliko puta veći broj jaja nego pri kraju, što može biti posledica slabije ishrane. Od velikog je značaja i promena seksualnog indeksa u toku gradacije, koji se kreće u korist povećavanja broja mužjaka. Detaljno proučavanje gradacija je od vrlo velikog praktičnog značaja kako bi se one mogle na vreme predvideti i sprečiti u samom početku (VUKASOVIĆ i sar., 1964).

Eksplozija gubara (*Lymantria dispar*) u našoj zemlji se javlja svake decenije. Veliki ekonomski značaj ovog insekta je još 30-ih godina izazvao interesovanje našeg najpoznatijieg entomologa Pavla Vukasovića (VUKASOVIĆ, 1934, 1936, 1950, 1955). Gubar je štetočina sa veoma izraženim cikličnim gradacijama. U periodu prenamnoženosti prouzrokuje golobrst na više stotina hiljada hektara šuma i voćnjaka. Period prenamnoženosti traje 1-2 godine i do pojave sledeće kulminacije obično prode 8–10 godina. Fluktuacioni tok ove štetočine naziva se gradacijom u okviru koje se razlikuju sledeće faze:

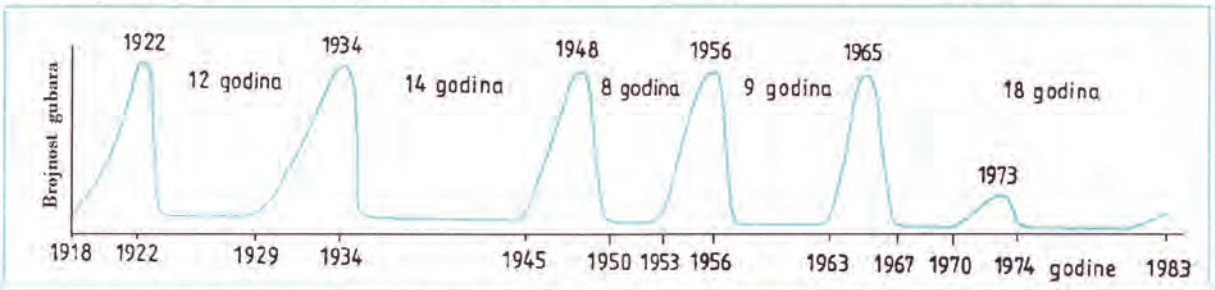
a) Latenca (3–4 godine)
b) Prograđacija (oko 3 godine)
c) Kulminacija (1 godina)
d) Retrogradacija (1 godina)

Kriva toka gubareve gradacije ima oblik slova J, a posle maksimuma brojnost se naglo smanjuje i pada na minimum u latentnoj fazi. Sličan fluktuacioni tok rasta imaju i populacije njegovih parazita (sl. 82).



Slika 82. Kretanje gustine populacije gubara *Lymantria dispar* i njegovih parazita tahina *Blepharipoda scutellata* i *Phorocera agilis* u toku gradacije (SISOJEVIĆ, cit STANKOVIĆ, 1962)

Podaci o gradaciji gubara u našoj zemlji odnose se na period od 65 godina (1918-1983), dok za klimatsko područje Rusije o kretanju ove štetočine postoji stogodišnja analiza, gde su takođe konstatovane populacione eksplozije u razmacima od oko 10 godina (VASILJEVIĆ, 1983). Međutim, dešava se da neka gradacija u ovom desetogodišnjem ritmu izostane, pa je razmak između



Slika 83. Pregled gubarevih gradacija od 1918. do 1983. godine u Jugoslaviji (VASILJEVIĆ, 1983)

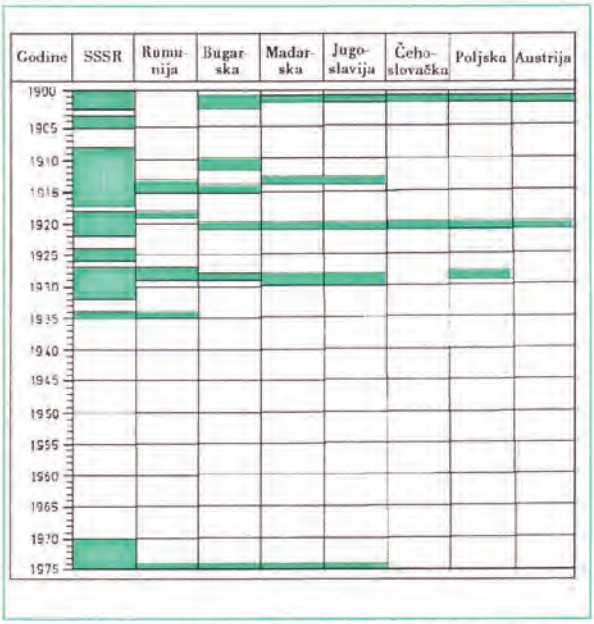
njih znatno duži. Ovaj fenomen upućuje istraživače da permanentno prate i izučavaju ponašanje ove vrste, naročito u periodu najniže brojnosti, kada se primerci veoma teško nalaze u prirodi (sl. 83).

Fluktuacioni tok (gradacija) proletnje sovice (*Euxoa temera*) se javlja u reonima sa specifičnim klimatskim uslovima, tipovima zemljišta i vegetacijom. Ova kserofilna vrsta se u najvećem broju sreće na ritskoj crnici, ritskoj smonici i rečnom aluvijumu. Za nastanak gradacije neophodno je nekoliko uzastopnih toplih i suvih godina (VASIĆ 1954). Poslednja gradacija u Vojvodini i užem području Srbije je zabeležena izmedu 1946. i 1950. godine. Samo tokom 1946. i 1947. godine proletnja sovica je potpuno uništila oko 60.000 ha pod raznim kulturama (STANKOVIĆ cit. ČAMPRAG, 1994).

Gradacije metlice (*Loxostege sticticalis*) su u Srbiji zabeležene 1901, 1914, 1921, 1929, 1930. i 1975. godine kada su pričinile ogromne štete. Masovna pojava ovog insekta je rezultat doletanja ogromnih jata leptira nošenih vazdušnom strujom iz Rusije gde nalazi najpovoljnije stanište za razvoj. Posle doletanja u našim uslovima se razvije još samo jedna generacija te Jugoslavija i Bugarska predstavljaju južnu granicu njenog areala.

U Bugarskoj i našim graničnim oblastima se 1931. godine metlica naglo razmnožila i njena gustina populacije se uvećala do neuobičajenih razmera. Veliki broj gusenica ovog štetnog leptira je zahvatio ogromne površine i jednom čak zaustavilo voz na bugarskoj pruzi, čiji se točkovi, zamazani izgaženim gusenicama, nisu više mogli kretati po šinama (STANKOVIĆ, 1962). Godine masovne pojave metlice u istočnoj i srednjoj Evropi (naročito u Rusiji) su zabeležene u periodu 1900–1935. Posle duge depresije, koja je trajala oko 35 godina, ponovo se u Rusiji masovno razmnožava (1971. godine), a narednih godina napad zahvata, putem masovnih migracija leptira, šira prostranstva (Rumunija, Bugarska, Madarska, Jugoslavija, ČAMPRAG, 1976, sl. 84).

GRADOJEVIĆ (1934, 1950) je u junu 1932. godine u severnom Banatu zabeležio džinovsko jato marokanskog skakavca (*Dociostaurus maroccanus*), koje je izgledalo kao ogroman oblak dužine 8 km, širine 1-2 km i visine 140 m. Stalna i tipična staništa ove vrste se, prema ADAMOVIĆU (1959), nalaze na neobradivanim slatinama tipa solonjec, koje su u Panonskoj niziji nastale posle meliorativnih zahvata na reci Tisa izvedenih u prošlom veku i predstavljaju povoljne uslove za masovne pojave navedenog insekta. Istraživanja u Madarskoj pokazuju da se gradacije ponavljaju sa razmacima od 8 do 13 godina (NAGY, 1964).



Slika 84. Veće i masovne pojave metlice (*Loxostege sticticalis*) u periodu od 1900. do 1975. godine u Rusiji i drugim državama istočne, srednje i jugositočne Evrope (ČAMPRAG, 1976)

RUŽIĆ (1983) je pratila fluktuaciju brojnosti hrčka (*Cricetus cricetus*) u Bačkoj i Banatu tokom perioda 1965-1982. godine i zabeležila prenamnoženost ovog glodara u intervalu od 4 do 5 godina (1965/66, 1968/70, 1975/76 i 1980/1982), pri čemu su gradacije trajale 2-3 g. MIKEŠ (1992) takođe navodi da hrčak na području Vojvodine ima cikličnu fluktuaciju brojnosti, ali gradacije se uglavnom javljaju u devetogodišnjem periodu. Nakon gradacije i preloma populacije u 1975/76. godine dolazi do umerenog tempa kretanja lokalinih populacija i 1980. godine se zapažaju znatna oštećenja na pojedini kulturama, a 1983. godine skoro u celoj Vojvodini je prisutan visok nivo populacije. Nova gradacija nastaje 1983/84. godine u celoj pokrajini, a 1985. godine dolazi do novog pada njegovih populacija (MIKEŠ i sar., 1983, 1986).

U Makediniji je tokom 1974. godine broj rupa južne voluharice (*Microtus epiroticus*) u vreme gradacije dostizao i do 200.000/ha i u tom periodu je u okolini Tetova prinos strnih žita bio prosečno smanjen za 25% (RUŽIĆ, 1975).

FAKTORI KRETANJA ŽIVOTINJSKIH POPULACIJA

Na sve životinjske vrste konstantno deluje kompleks abiotičkih i biotičkih faktora. Pojedine vrste reaguju na ova dejstva u skladu sa svojim naslednim osobinama koje se manifestuju specifičnom reakcionom normom.

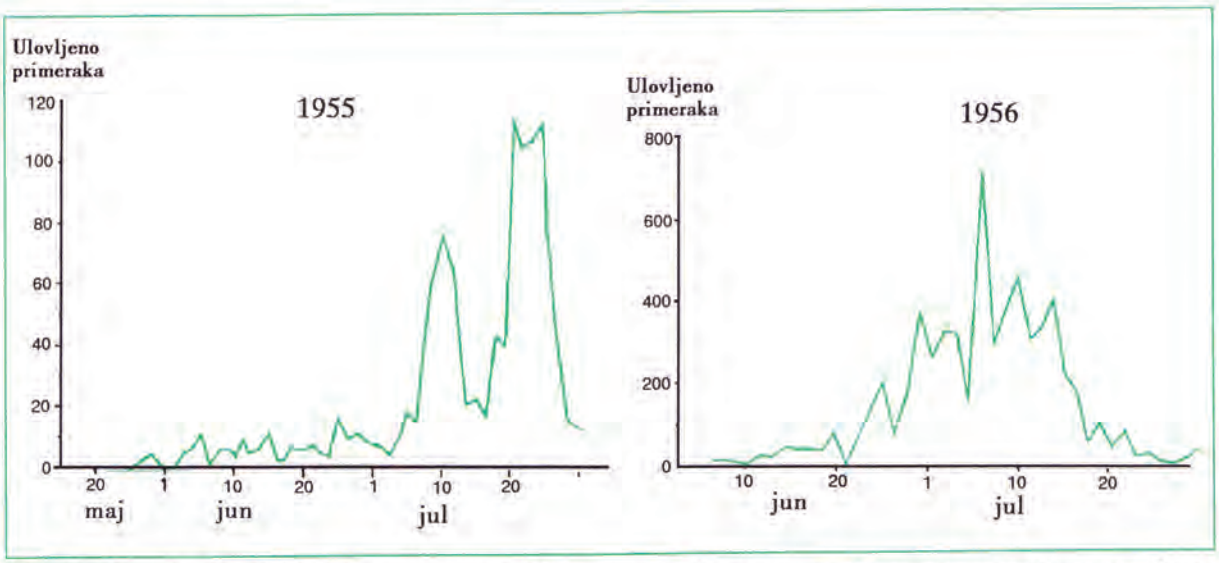
Abiotički faktori

U okviru abiotičkih faktora, značajan momenat u kretanju životinjskih populacija predstavlja kompleks klimatskih uslova. Njegov uticaj se pre svega ogleda u dejstvu toplote, vlažnosti i vodenog taloga i može neposredno delovati na plodnost, trajanje razvića, broj generacija i smrtnost. Velik broj položenih zimskih jaja i povoljni klimatski uslovi su u proleće 1956. godine doveli do visokog kalamiteta crne repine vaši (*Aphis fabae*). Maksimalna brojnost ulovljenih jedinki početkom jula je iznosila preko 700 individua, za razliku od prethodne godine, kada se maksimum javlja krajem jula i iznosi, a iznosi svega oko 110 jedinki (sl. 85).

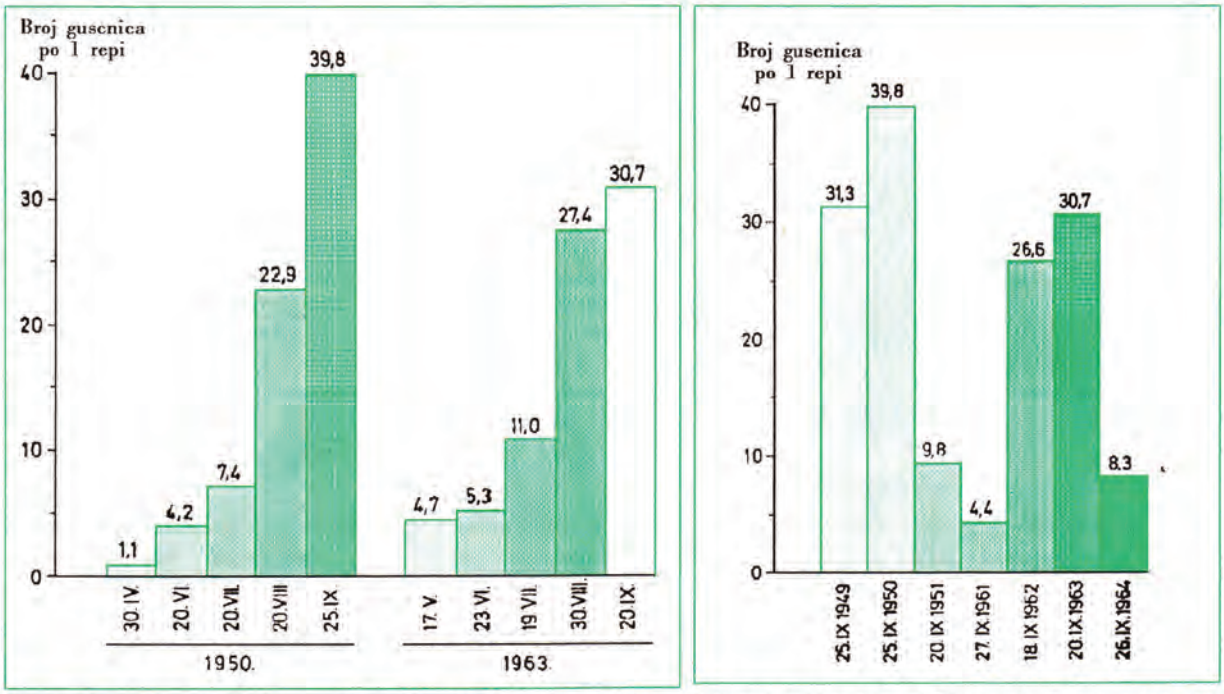
Prema STANKOVIĆU (1954) kompleks abiotičkih faktora ima presudan značaj za kalamitet repinog moljca, dok biotički činioci igraju beznačajnu ulogu iako je konstatovan velik broj prirodnih neprijatelja (paraziti i predatori – pauci, mravi i ptice). Obilne padavine, hladno i vetrovito vreme, slaba insolacija, hladna zima, kao i primena agrotehničkih mera (pre svega navodnjavanje repe i dr. koji omogućuju brz razvoj biljaka i formiranje gustog sklopa useva) ne pogoduju razvoju ove štetočine (sl. 86).

Najznačajniji negativni faktor je visina vodenog taloga iznad 300 mm u periodu april-septembar. Kišovito vreme nepovoljno deluje na polaganje jaja, a pljusak može da uništi velik broj tek ispiljenih gusenica. Pored toga, visoka vlažnost između srčanih listića izaziva masovnije uginjavanje larava koje su, od svih stadijuma razvića, najosetljivije na ovaj abiotički faktor. Tako u temperaturnim uslovima između 18,6 i 22,6°C, pri relativnoj vlažnosti od 44%, mortalitet iznosi 51–63%, ako je vlažnost 52% smrtnost se kreće između 61 i 62%, a pri vlažnosti od 90% mortalitet je 100%.

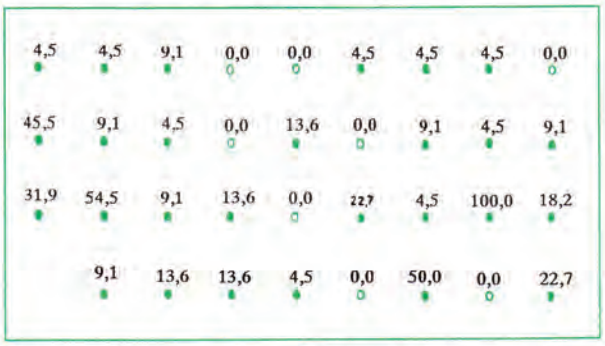
Kretanje gustine populacija nekih štetnih insekata može se definisati preko koeficijenta generacije G=B/A, gde je B broj imaga prve generacije, a A predstavlja drugu, prezimelu generaciju (MESZAROS, 1969). Ovaj koeficijent pokazuje stepen razmnožavanja tokom leta i njegovo uvećavanje ukazuje na prenamnožavanje ozime sovice (*Scotia segetum*) u narednom vegetacionom periodu kao što je bio slučaj u 1961. godine, a to je prouzrokovalo kalamitet u 1962. godine (sl. 87).



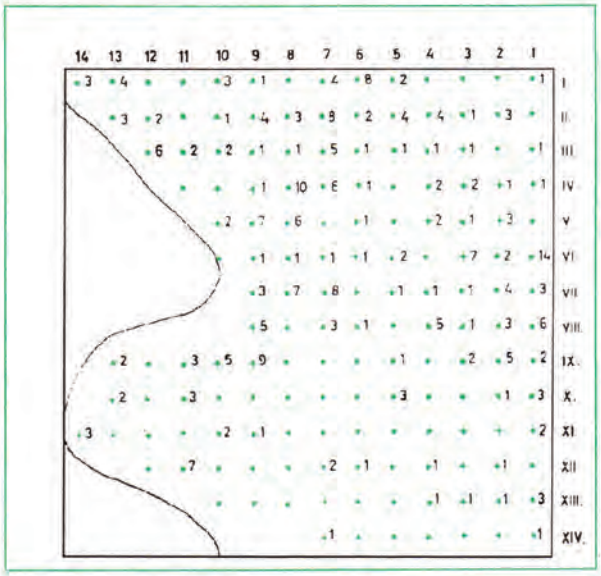
Slika 85. Dinamika lêta *Aphis fabae* na semenjači šećerne repe u Vojvodini na lokalitetu Crvenka (NIKOLIĆ i ČAMPRAG, 1956)



Slika 86. Populacija repinog moljca (*Scrobipalpa ocellatella*) na šećernoj repi u okolini Beograda. Levo – dinamika populacija gusenica za vreme kalamiteta štetočine 1950. i 1963. godine Desno – gustina gusenica krajem septembra u raznim godinama (STANKOVIĆ, 1965)



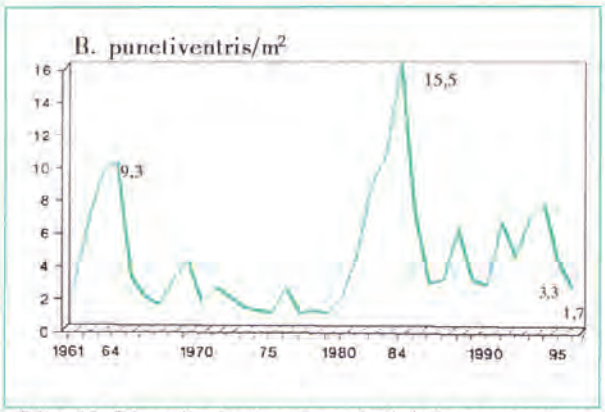
Slika 87. Brojnost gusenica ozime sovice (*Scotia segetum*) po m^2 u pojedinačnim jamama, tokom jeseni 1961. godine i njihova horizontalna disperzija na jednoj većoj parceli šećerne repe na lokalitetu Bečej (ČAMPRAG, 1973)



Slika 88. Brojnost larvi *Elateridae* po m^2 u pojedinačnim jamama i njihova horizontalna disperzija na jednoj parceli od 120 ha na lokalitetu Stara Pazova (JOVANIĆ, cit. ČAMPRAG, 1973)

Horizontalna disperzija u okviru populacija pojedinih vrsta skočibuba (*Elateridae*) koje naseljavaju agrobiocenozu karakteriše postojanje žarišta različite dimenzije i gustine. Na oranicama u šumskoj zoni javljaju se krupne oaze sa visokom brojnošću žičnjaka (do 100 ind/m^2). U zoni šumostepe površina žarišta iznosi 20–50 m^2 sa gustinom koja retko prelazi nekoliko desetina jedinki na m^2. Na obradivim površinama u stepskoj zoni larve skočibuba su raspoređene u pojedinačnim i izolovanim žarištima sa brojnošću 15–20 ind/m^2 (DOLIN, 1970). Na sl. 88 prikazana je horizontalna disperzija larvi skočibuba sa brojem individua u pojedinim rupama u zemljištu.

Prema višegodišnjim istraživanjima, dinamika brojnosti repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*) pokazuje tendenciju smanjenja i ono u 1995. godine iznosi 50% (sl. 89). Analiza horizontalne rasprostranjenosti ovog insekta u Vojvodini pokazuje da je u reonu Bačke utvrđena najniža brojnost, svega 1,7 ind/m^2, zatim u Banatu 3,7 ind/m^2, a najveća brojnost je konstatovana u Sremu od 9,2 ind/m^2. Iako broj individua ove štetočine opada, ipak još uvek postoje velika žarišta, naročito u severnoj Bačkoj, južnom Banatu i istočnom Sremu gde se brojnost kreće i do nekoliko desetina ind/m^2. U daljoj borbi protiv repine pipe posebno treba obratiti pažnju na utvrđena žarišta (SEKULIĆ i sar., 1997).



Slika 89. Dinamika brojnosti prezimljujuće populacije repine pipe (*Bothynoderes punctiventris*) u Vojvodini u periodu 1961-1996. (SEKULIĆ i sar., 1997)

Pri povoljnim uslovima poljska voluharica (*Microtus arvalis*) se u periodu 3-4 meseca masovno razmnoži. Tako se gustina populacije sa 100 jedinki/ha od proleća do kraja septembra poveća na 2400 jedinki/ha (STRAKA, 1966, 1970). U prvim decenijama ovog veka u Ukrajini je registrovano masovno razmnožavanje mnogih vrsta glodara, što je izazvalo pad proizvodnje gajenih biljaka za 10-20%. U tom periodu je zabeleženo i do 24.000 jazbina/ha (VASILJEV, 1973-1975). Dejstvo abiotičkih faktora može biti i mehaničkog karaktera u vidu vremenskih nepogoda, poplava, snega i leda. Ali, isto tako, mogu delovati i posredno, kao npr. na izvore hrane ili u odnosu na predatore. Hladna i vlažna proleća mogu da redukuju gustinu sitnih glodara. Naročito je za vreme zimskih golomrazica veoma nizak procenat preživljavanja njihovih populacija, a u periodu poplava naglo opada broj bremenitih ženki. Takođe, mlade gusenice na hrastu masovno uginjavaju ukoliko do aprila drveće ne olista zbog hladnoće.

Biotički faktori

Delovanje biotičkih faktora manifestuje se u vidu intra– i inter-specifičkih odnosa. Intraspecifički odnosi deluju konstantno, a najoštriji su u periodu porasta gustine populacije neke vrste, kada dolazi do konkurentskih, najčešće kompetitivnih odnosa, pre svega za hranu i prostor.

Tako npr. gusenice leptira gubara (*Lymantria dispar*) tokom gradacije mogu potpuno da obrste šumu (golobrst). Usled nedostatka hrane dolazi do velikog mortaliteta uz istovremeno migriranje u potrazi za novim izvorima zelene mase u okolnoj vegetaciji (voćnjaci i dr.). Isto tako, gusta populacija larava muve *Lucilia*, koje se hrane leševima životinja, uslovljava jaku kompeticiju zbog ograničenih količina hrane, što uslovljava njihovu neuhranjenost i nesposobnost metamorfoze. Tako se smanjuje broj imaga, položenih jaja i larava, pa su kompetitivni odnosi slabi. Posledica ovih promena su snažne oscilacije na nivou čitave populacije u funkciji vremena. To znači da se ukupna količina hrane javlja kao jedan od osnovnih faktora kapaciteta sredine koju naseljava jedna populacija. Ovo je manje izraženo kod eurifagih vrsta, dok kod stenofaga oskudica hrane ima veoma velik značaj za njhovu populacionu dinamiku.

Nedostatak prostora takođe veoma utiče na dinamiku populacija pojedinih vrsta. Ženka pirinčanog žiška (*Calandra oryzae*) polaže samo jedno jaje u zrno, ali je maksimalan broj položenih jaja moguć samo kada je broj zdravih zrna više od 11 puta veći od broja zaraženih. Smanjeni prostorni odnosi remete ishranu i polaganje jaja, što uslovljava pad gustine populacija u sledećim generacijama. Oskudica u prostoru, zajedno sa pomanjkanjem hrane, izaziva kod populacija sitnih glodara niz fizioloških poremećaja u vidu šoka ili stresa (poremećaja endokrinog sistema), što uslovljava smanjenje ukupne vitalnosti i povećanje smrtnosti.

Usled naglog povećanja gustine neke populacije često dolazi do pojave kanibalizma. Tako larve i imaga brašnara (*Tribolium confusum*) proždiru svoja jaja i lutke kada je broj jedinki na 1 g hrane veći od 44.

Porast gustine populacija pojedinih životinjskih vrsta uslovljava promenu sredine čiji je in-

tenzitet u direktnoj zavisnosti od brojnosti. Mnogi skladišni insekti svojim produktima metabolizma pogoršavaju kvalitet hrane, pa tako izmenjena sredina utiče na smanjenje plodnosti, produženje razvića i povećanje mortaliteta. Ali, reakcija sredine ne mora uvek nepovoljno delovati na organizme. Ponekad nedostatak hrane kod insekata dovodi do ubrzavanja metamorfoze uz obrazovanje sitnijih imaga (VUKASOVIĆ i GLUMAC, 1962).

Uzajamno delovanje interspecifičkih odnosa predstavlja takođe veoma važan faktor kretanja životinjskih populacija utičući na promenu stopa rasta i mortaliteta. Ovi odnosi se mogu ispoljiti na nivou relacije grabljivica-plen ili u pogledu uzajamne kompeticije za prostor, hranu, reproduktivne zahteve, sklonište i sl. Jedna vrsta može da izazove promene uslova u spoljašnjoj sredini koji će imati negativne ili pozitivne efekte na drugu. Ovo poslednje ima za posledicu ispoljavanje posebnih kategorija interspecifičkih odnosa kao što su mutualizam (simbioza) ili protokooperacija.

Posebno je značajan kompetitivni odnos između grabljivice i plena. U agrobiocenozama, naročito na poljima zasejanim šećernom repom, naselje insekata je zastupljeno fitofagnim populacijama repine pipe i grčica, kao i predatorskim vrstama iz porodice *Carabidae* (trčuljci) koje se hrane velikim brojem štetnih insekata i tako doprinose smanjenju njihove brojnosti (sl. 90).

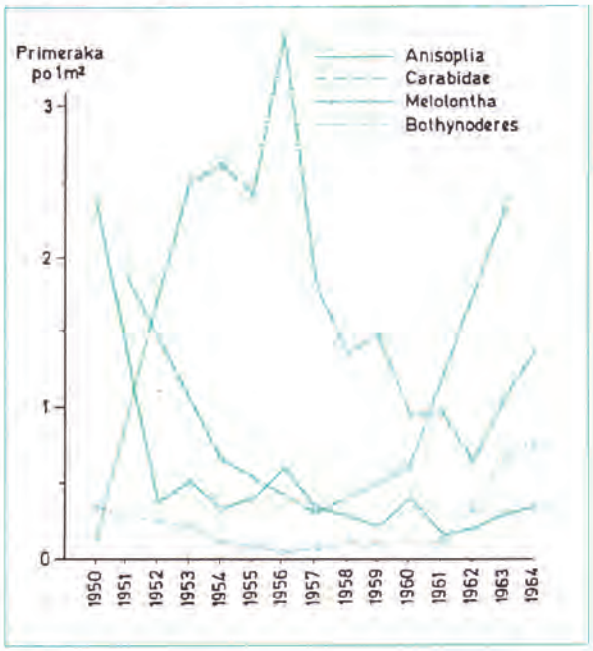
Na osnovu višegodišnje analize jasno se vidi da povećanje brojnosti trčuljaka utiče na smanjenje brojnosti fitofagih vrsta.

Ptice grabljivice takođe povećavaju stopu smrtnosti i smanjuju gustine populacija sitnih glodara. Međutim, to smanjenje ima povratno dejstvo i utiče na postepeno iščezavanje grabljivica. Dalje održavanje tih populacija i periodično kolebanje njihove brojnosti omogućeno je stalnom imigracijom novih primeraka obeju grupa organizama. U populacionoj dinamici postoje tri osnovne zakonitosti:

a) Zakonom periodičnih ciklusa formulisano je periodično kolebanje brojnosti grabljivice i plena koje zavisi od početnog brojnog stanja i koeficijenata rasta i opadanja populacija.

b) Zakon održanja srednjih vrednosti – prosečna gustina populacija grabljivica i plena je stalna ako su uslovi sredine, stopa rasta populacija i efikasnost predatora konstantni.

c) Zakon poremećaja srednjih vrednosti ukazuje da, ukoliko dođe do podjednakog smanjenja posmatranih populacija u odnosu na njihovu relativnu gustinu, srednja gustina populacije predatora opada, a plena raste.



Slika 90. Dinamika brojnosti populacija repine pipe, grčica i predatorskih vrsta trčuljaka u zemljištu zasejanom šećernom repom (MANNINGER, po ČAMPRAGU, 1973)

Stvarni efekat dejstva međusobnih odnosa na relaciji grabljivica-plen u prirodnim uslovima je pod uticajem čitavog niza drugih faktora. Brojčani odnosi ne zavise samo od njihovog uzajamnog delovanja, nego i od izvanredno složenih lanaca ishrane ili raznih neracionalnih dejstava u okviru kompleksa antropogenog faktora.

Odnos parazita i domaćina, sa aspekta populacione dinamike, se u principu ne razlikuje od odnosa između grabljivice i plena. Oba ova odnosa karakteriše uzajamno delovanje uz promenu gustine obeju populacija. Ali, iako parazit povećava stopu mortaliteta domaćina i izaziva smanjenje njegove brojnosti, za razliku od predatora on ne uništava odmah svoju žrtvu. Za ovu vrstu interspecifičkih odnosa su takođe karakteristične ciklične oscilacije gustine u kretanju dveju populacija i pritom faze kolebanja parazita kasne u odnosu na iste faze kod domaćina. Ova pojava ima svoju teorijsku podlogu u vidu matematičkog modela i ustanovljena je kako u laboratorijskim, tako i u prirodnim uslovima.

Uloga parazitskih organizma, iako još nepotpuno istražena, ima nesumnjivog značaja u kon-

troli brojnosti mnogih životinjskih vrsta, posebno insekata od ekonomskog značaja.

Najčešći oblik međusobnog dejstva između populacija dveju različitih vrsta jeste interspecifička kompeticija. Ona je najoštrija kada se javljaju slični zahtevi u pogledu osnovnih životnih uslova (prostor, hrana, zaklon itd.). Tom prilikom prisustvo jedne kompetitorske vrste smanjuje kapacitet sredine za drugu pošto naseljavaju istu ekološku nišu. U momentu kada taj kapacitet predstavlja limitirajući faktor za dostizanje određenog nivoa porasta obeju populacija, dolazi do ispoljavanja faktora interspecifičke kompeticije na njihovo populaciono kretanje. U mnogim eksperimentima, naročito sa protozoama i insektima, pokazano je da se dve kompetitivne vrste ne mogu trajno održati jedna pored druge u ograničenoj sredini. Kompeticija u prirodnim uslovima prouzrokuje potiskivanje pojedinih vrsta sa jednog lokaliteta i povlači za sobom izolaciju populacija srodnih vrsta. Ukoliko srodne vrste ipak žive na istom prostoru, dolazi do neminovnog diferenciranja različitih ekoloških tipova i njihovog rasporeda u okviru različitih staništa radi nalaženja hrane, mesta za reprodukciju itd. Takve vrste se morfološki neznatno razlikuju, reproduktivno su izolovane i nazivaju se „sestrinskim vrstama" (MAYR, 1969). Kod njih dolazi do slabljenja organizama usled kompeticije, kao i redukcije brojnosti zbog bolesti izazvanih gljivama i virusima.

POPULACIONE TEORIJE

Populaciona dinamika organskih vrsta, njeno kolebanje u vidu rasta ili opadanja, pod stalnim je uticajem faktora kretanja koji deluju integralno i onemogućuju neogranično rastenje (umnožavanje) u ekosistemu. Ova prirodna kontrola je formulisana u vidu fizičkih, biotičkih i sintetičkih teorija.

a) Fizičke teorije su zasnovane na kardinalnom značaju fizičkih (abiotičkih) faktora sredine, na prvom mestu klimatskih uslova, koji imaju glavnu ulogu u kretanju životinjskih populacija. Tako ove teorije ističu značaj temperature i vlažnosti na razmnožavanje, razviće i uopšte preživljavanje kod mnogih životinjskih grupa, naročito insekata i sitnih glodara. Osnovna zamerka ovim teorijama je njihova jednostranost, kao i činjenica da neposredno dejstvo klimatskih faktora pretežno redukuje brojnost, ali ne učestvuje u kompletnoj regulaciji. Ali abiotički faktori istovremno imaju značaja na dejstvo ostalih činilaca koji utiču na kretanje populacija. Varijabilnost klimatskih faktora uslovljava količinu i raspored hrane, može da menja kompetitivne odnose između pojedinih vrsta i njihova posredna uloga je značajna za populaciona kretanja.

Veoma je zanimljiva teorija ciklične dinamike populacija štetnih insekata koju zastupa BELECKI (1986). Ovaj autor je uočio zavisnost biosfere, biocenoze i populacije štetočina u biljnoj proizvodnji od cikličnih izmena Sunčeve aktivnosti na osnovu statističke analize masovnog razmnožavanja štetnih insekata (oko 70 vrsta) tokom 130 godina u Ukrajini (1854–1984). Čitav period je podelio na tri dela:

1. Godine naglih promena u pogledu Sunčeve aktivnosti (povećanje ili smanjenje), što se dešava u ciklusu od 11 godina (godine Sunčevih repera)
2. Godine koje slede posle repera
3. Ostale godine.

Na osnovu dobijenih podataka ustanovljeno je da se frekvencija masovnih pojava štetnih insekata u godinama Sunčevih repera, kao i u godinama koje slede nakon toga, povećava 2,5 do 3,3 puta u odnosu na ostale godine. Pouzdanost ove analize prelazi 99,5% nivoa značajnosti, što ukazuje na podudarnost pojave masovnog razmnožavanja štetnih insekata sa jakim izmenama aktivnosti Sunca u ciklusima od 11 godina. Globalna pojava masovnog razmnožavanja poljoprivrednih štetočina registrovana je u periodima 1909–1912, 1924–1925, 1937–1942. i 1952–1958. ne samo za mnogobrojne vrste insekata (žitna stenica, skakavci, metlica, sovice, švedska mušica, repina pipa, gubar, jabučni i drugi smotavci), nego i za tekunicu i druge glodare. Ova metoda može da ima primenu u izradi dugoročnih prognoza verovatne pojave štetočina u zavisnosti od prethodne prognoze cikličnosti Sunčeve aktivnosti (ČAMPRAG, 1994).

b) Biotičke teorije, za razliku od fizičkih, ističu u prvom redu značaj biotičkih faktora. U osnovi ovih teorija naglašava se da je svaka životinjska vrsta ograničena na oblast u kojoj ispunjava svoje životne potrebe i obezbeđuje opstanak. U povoljnim uslovima jedna organska vrsta teži da poveća svoju gustinu, a sredina tom prilikom

pruža otpor na više načina. Ovaj otpor se manifestuje npr. preko porasta brojnosti predatora, odnosno parazita, zatim delovanjem nagomilanih metabolita koji vode poreklo od date populacije ili smanjenjem prostora koji povećava mortalitet. Tom prilikom stupaju u dejstvo regulatorni procesi, u prvom redu bolesti i kompeticija. Ovi regulacioni faktori, međutim, izostaju ukoliko dođe do nepovoljnih klimatskih uslova. Zbog toga se ni biotički faktori ne mogu posmatrati kao isključivi regulatori u kretanju populacija životinjskih vrsta.

c) Sintetičke teorije karakteriše kompleksan pristup u razmatranju populacione dinamike. One pridaju značaj kako abiotičkim (klimatskim), tako i biotičkim faktorima (predatorstvo, parazitizam i kompeticija). Broj individua neke prirodne populacije permanentno varira i održava se na određenom nivou pod uticajem mnoštva regulatornih mehanizama. Tako, uzroke kolebanja brojnosti životinjskih vrsta treba tražiti u spletu promenljivih odnosa celog ekosistema.

ŽIVOTNA ZAJEDNICA

Organske vrste žive u prirodi u zajednicama bez kojih se ne bi mogle održati. Životne zajednice (biocenoze) su viši stupanj ekološke integracije, to su realne celine u prirodi. Biocenoza je biotička komponenta ekosistema koja ima sledeće karakteristike:

1. To je određena kombinacija različitih biljnih i životinjskih populacija.

2. Biocenoza predstavlja integrisan funkcionalni sistem gde se međusobno prepliću odnosi između članova životne zajednice (organskih vrsta) i biotopa. Tako su izgrađene složene kombinacije celog ekosistema kojem biocenoza pripada. To nije prost skup pojedinih biljnih i životinjskih vrsta koje žive u koegzistenciji zato što u nekom biotopu nalaze manje ili više povoljne životne uslove.

3. Biocenoza ima svoju strukturu koja se manifestuje kvalitativnim sastavom, prostornim i vremenskim rasporedom organskih vrsta koje ulaze u njen sastav, kao i brojnim odnosima njihovih populacija. Funkcionalna organizacija biocenoze se zasniva na spletu unutrašnjih odnosa između populacija.

4. Biocenoza je jedan dinamički sistem zahvaljujući raznovrsnim lancima ishrane uspostavljenim između njenih članova. Kroz ovaj sistem konstantno kruži materija i protiče energija i sve deluje posredno ili neposredno jedno na drugo sa promenljivim ritmom. Populaciona dinamika, u vidu promenljive stope nataliteta i mortaliteta, je u stalnom kretanju, pa životnu zajednicu karakteriše permanentan razvoj i transformacija u funkciji vremena.

5. Održavanje i razvoj biocenoze kao dinamičkog funkcionalnog sistema omogućeni su zahvaljujući sposobnostima regulacije unutrašnjih procesa i promena.

6. Ove karakteristike poseduje samo celokupno naselje jednog biotopa kao što su šuma, voćnjak, oranica, pašnjak, livada, jezero, reka ili potok. Samo su ovakva naselja prave biocenoze koje su sposobne da se održavaju samostalno. Međutim, svaka druga uža zajednica živih bića nema karakteristike životne zajednice i čini samo njen deo pošto ne poseduje sposobnost samostalnog održavnja, tj. samoregulacije. Takvi strukturni delovi biocenoze čine poseban životni kompleks i nazivaju se merocenozama (npr. zajednica gljiva i entomofauna).

U cilju izučavanja životne zajednice moguće je izdvojiti njenu biljnu (fitocenoza) i životinjsku komponentu (zoocenoza).

Uzajamni odnosi koji vladaju u okviru jedne životne zajednice su najvidljivije ispoljeni u vidu odnosa ishrane. U osnovi ishrane celokupne biocenoze nalaze se biljke kojima se hrani čitav niz biljojeda, a ovim poslednjima mesojedi. Između ovih osnovnih karika uspostavljeni su veoma složeni odnosi u vidu lanaca ishrane koji obezbeđuju kruženje materije i protok energije.

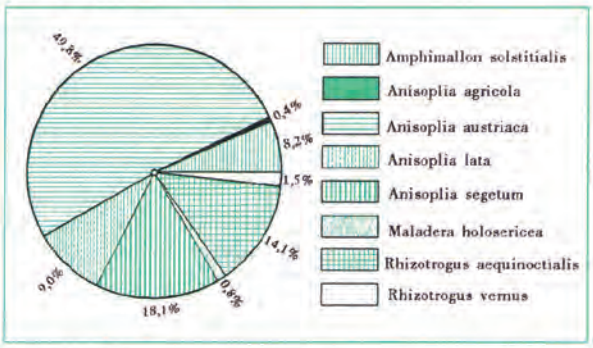
STRUKTURA ŽIVOTNE ZAJEDNICE

Kvalitativni sastav biocenoze, koji karakterišu broj i zastupljenost pojedinih organskih vrsta, zavisi pre svega od raznovrsnosti životnih uslova. Ako su oni jednolični i ukoliko su dalje od optimalnih vrednosti, dejstvo eliminacije je izraženije, pa životnu zajednicu karakteriše mali diverzetet, odnosno uniformnost. Najznačajniji faktori koji utiču na raznovrsnost jedne životne zajednice su klimatski, kompetitivni, topografski i istorijski. Tipičan primer dejstva istorijskog faktora jeste održavanje raznovrsnog naselja torbarskih sisara u Australiji usled ranog odvajanja od ostalih kontinenata. Topografski faktor (reke Sava i Dunav) je uticao na rasprostranjenje tekunice i slepog kučeta, ograničavajući njihov areal (SAVIĆ, 1973).

Svaka životna zajednica ima svoje strukturne odlike koje karakterišu određeni sastav biljnih i životinjskih vrsta, kvalitativna i kvantitativna zas-

tupljenost njihovih populacija, biomasa (bioprodukcija) i energetska vrednost. Takođe, bitne karakteristike jedne biocenoze su prostorni i vremenski raspored jedinki pojedinih vrsta, njihova učestalost javljanja, kao i stepen vezanosti neke vrste za pojedine tipove životnih zajednica. Vrste koje karakterišu jednu biocenozu (karakteristične vrste) imaju po pravilu rang dominantnosti i nazivaju se još i edifikatorskim vrstama.

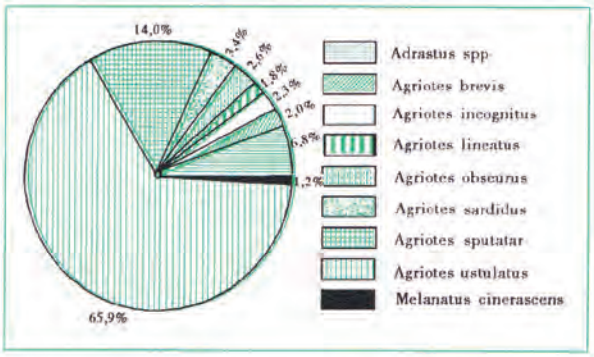
Brojnost ili abundantnost pojedinih populacija koje ulaze u sastav jedne biocenoze može se definisati ukupnim brojem jedinki ili ukupnom biomasom, njenom energetskom vrednošću. Ove kvantitativne vrednosti ukazuju na nivo organske produkcije jedne životne zajednice. Najmnogobrojnije populacije pojedinih vrsta, prikazane u vidu relativne brojne zastupljenosti (relativne abundantnosti) predstavljaju dominantne vrste koje svojom gustinom, biomasom i ulogom daju osnovnu crtu (fizionomiju) biocenoze. Relativna brojnost se izražava u procentima, a za procenu se primenjuje skala sa sledećim kriterijumima – mnogobrojan, brojan, srednje brojan i malobrojan. Određena abundantnost kao i dominantost pojedinih vrsta u datom biotopu se neprestano kolebaju tokom vremena u širokim granicama i te vrednosti važe samo za dati period izučavanja. Na sl. 91, 92 i 93 prikazana je procentualna zastupljenost individua pojedinih vrsta insekata iz porodica *Melolonthidae, Elateridae* i *Tenebrionidae*.



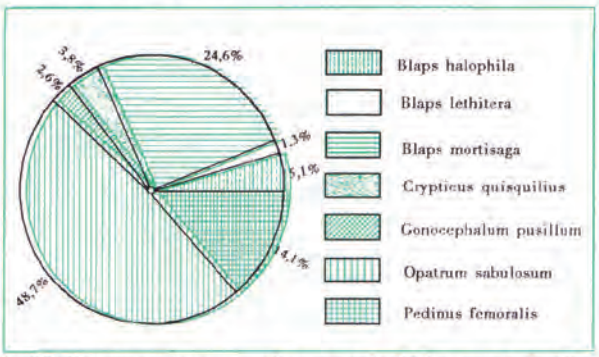
Slika 91. Procentualna zastupljenost vrsta iz porodice *Melolonthidae* u zemljištu polja pod ratarskim kulturama u Vojvodini, na černozemu i livadskoj crnici (ČAMPRAG, 1994)

Stalnost ili konstantnost je strukturna karakteristika jedne životne zajednice kojom se označava stepen njene prisutnosti. Zoocenozu karakterišu četiri stepena stalnosti:

1. Slučajne vrste (0–25% stalnosti)
2. Akcesorne vrste (25–50% stalnosti)
3. Konstantne vrste (50–75% stalnosti)
4. Eukonstantne vrste (75–100% stalnosti)

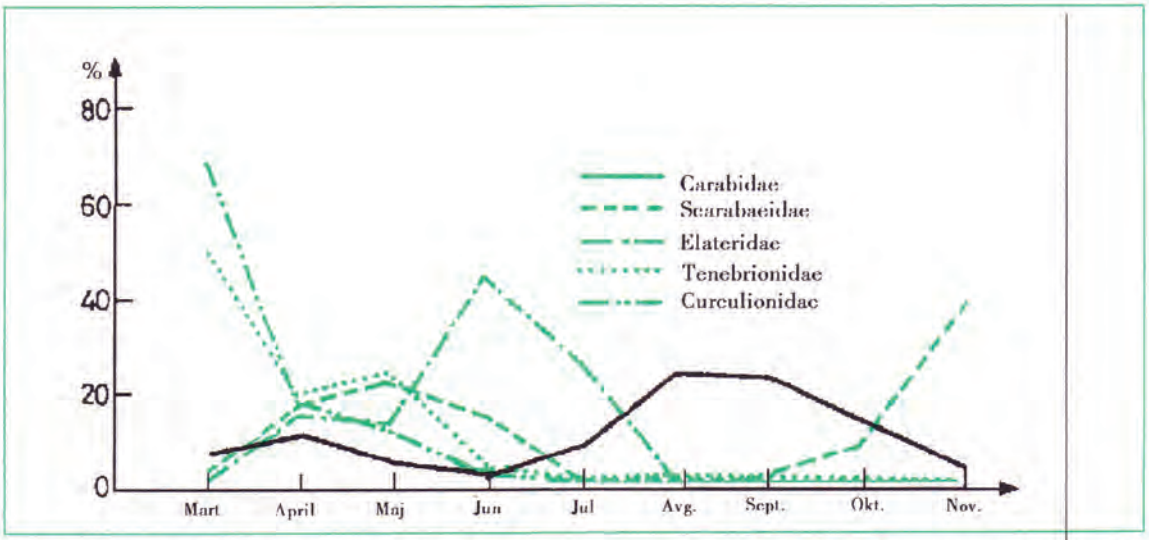


Slika 92. Procentualna zastupljenost vrsta iz familije skočibuba (*Elateridae*) u zemljištima polja pod ratarskim kulturama u Vojvodini, na černozemu i livadskoj crnici (ČAMPRAG, 1994)



Sl. 93. Procentualna zastupljenost pojedinih vrsta iz familije *Tenebrionidae* u zemljištima polja pod ratarskim kulturama u Vojvodini, na černozemu i livadskoj crnici (ČAMPRAG 1994)

Učestalost ili frekvencija pojedinih vrsta predstavlja procentualni stepen njihovog javljanja u uzorcima sa jednog biotopa. Vrste sa visokim stepenom učestalosti označavaju se kao konstante jedne životne zajednice dajući joj osnovne karakteristike. U zemljištima černozema i livadske crnice se na području Vojvodine u okviru familije *Elateridae* masovno sreće vrsta *Agriotes ustulatus*. U Bačkoj je ustanovljena prosečna brojnost od 2,8 larvi po m^2 i učestalost od 93% (ČAMPRAG i sar., 1985). Među skočibubama u Mađarskoj ova vrsta je zastupljena udelom od 46% (TOTH, 1984).



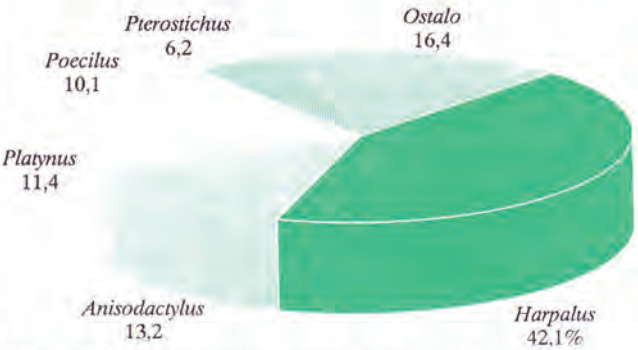
Slika 94. Dinamika učestalosti sretanja odraslih insekata iz pet familija *Coeloptera*, izražena u procentima, na poljima pod kukuruzom u Vojvodini (SEKULIĆ et al., 1989)

Pregledom velikog broja polja na černozemu i livadskoj crnici u Vojvodini, na kojima je gajen kukuruz, *Carabidae* su početkom jeseni konstatovane na 68% analiziranih parcela sa prosečnom brojnošću od 1,2 ind/m^2 (VUKASOVIĆ i sar., 1969).

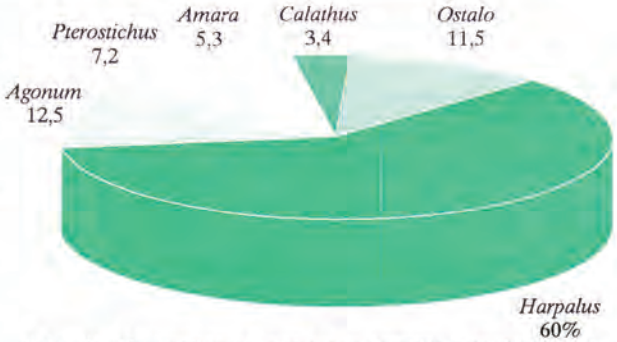
Višegodišnjim proučavanjem faune tvrdokrilaca (*Coleoptera*) u Vojvodini na poljima pod kukuruzom konstatovano je prisustvo više od 60 vrsta iz 5 familija sa dominacijom imaga *Carabidae*. Slede zatim *Tenebrionidae, Curculionidae, Elateridae* i *Scarabaeidae* (sl. 94).

Vrste iz familija *Curculionidae* i *Tenebrionidae* dominirale su u rano proleće (mart i april). Kasnije se njihova brojnost smanjivala i tokom leta su nalaženi samo pojedinačni primerci. Broj vrsta iz familije *Elateridae* postepeno se povećavao za vreme proleća i dostigao maksimum u junu kada su bile zastupljene sa 45% od ukupnog broja primeraka. Prisustvo familije *Scarabaeidae* je najznačnije u drugoj polovini proleća i krajem vegetacionog perioda. Aktivnost *Carabidae* pokazuje dva maksimuma, jedan u aprilu, a drugi u periodu avgust-septembar.

SEKULIĆ i sar. (1987) na poljima pod ozimom pšenicom konstatuju u okviru familije *Carabidae* 43 vrste iz 18 rodova. Rod *Harpalus* je najzastupljeniji i javlja se sa frekventnošću od 42,7%, a zatim slede rodovi *Anisodactylus* (13,2%), *Platynus* (11,4%), *Poecilus* (10,1%) i *Pterostichus* (6,2%). Ostalih 13 rodova zastupljeno je sa ukupno 16,4% (sl. 95).



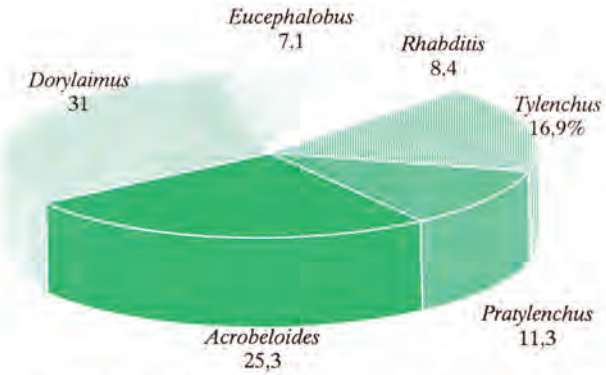
Slika 95. Učestalost rodova iz familije *Carabidae* na poljima pod pšenicom u Vojvodini (SEKULIĆ et al., 1987)



Slika 96. Zastupljenost rodova iz familije *Carabidae* kulture kukuruza u reonu Srbobrana tokom vegetacije 1972. godine (SEKULIĆ, 1976)

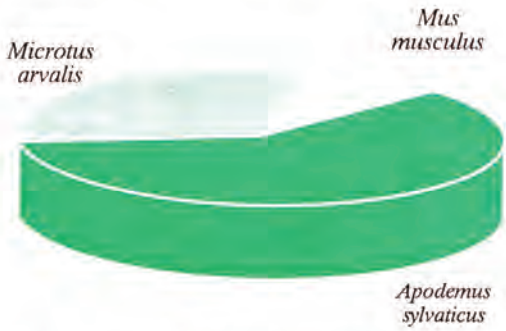
Analizirana fauna *Carabidae* u toku vegetacije na kulturi kukuruza pokazuje prisustvo 34 vrste iz 15 rodova. Prema procentualnom učešću pojedinih rodova u sakupljenom materijalu dominira *Harpalus* sa 60% učešća, subdominantni su rodovi *Agonum* sa 12,6% i *Pterostichus* sa 7,2%, a za njima slede *Amara* sa 5,3% i *Calathus* sa 3,4%. Vrste iz preostalih 10 rodova javljale su se pojedinačno sa ukupno 11,5% učešća (sl. 96).

HORVATOVIĆ i sar. (1985) analiziraju procentualno učešće fitoparazitnih i neparazitnih rodova Nematoda na poljima pod šećernom repom u reonu Bačkog Dobrog Polja (sl. 97). Konstatovano je prisustvo fitoparazitnih nematoda iz 2 roda (*Tylenchus*, sa 16,9% i *Pratylenchus*, sa 11,3%) i 4 roda iz grupe neparazitnih nematoda (*Acrobeloides* – 25,3%, *Dorylaimus* – 31,0%, *Eucephalobus* – 7,1% i *Rhabditis* – 8,4%). Ova variranja mogu biti prouzrokovana antagonističkom interakcijom između patogenih i nepatogenih mikroorganizama u rizosferi ili pak u samom korenovom sistemu biljaka, kao i promenama rezistentnosti biljaka ka bolestima izazvanim faktorima koji su u vezi sa njihovom predispozicijom.



Slika 97. Učešće nekih fitoparazitnih i neparazitnih rodova Nematoda na poljima šećerne repe (HORVATOVIĆ et al., 1985)

Analizirajući dinamiku brojnosti nekih sitnih glodara tokom perioda od oko 25 godina u agrobiocenozama Vojvodine (područja Odžaka, Sombora, Subotice, Kikinde, Zrenjanina i Pančeva), SAVIĆ i sar., (1976) konstatuju vrste *Apodemus sylvaticus*, *Microtus arvalis* i *Mus musculus*. Ispitivanja su izvedena kako na velikim kompleksima monokultura (lucerišta, žitna polja, strništa), tako i na sitnim individualnim gazdinstvima sa ekstenzivnim načinom poljoprivredne proizvodnje. Vrsta *A. sylvaticus* je u svim lokalitetima stalno prisutna i brojno dominantna, dok je za *M. arvalis* karakteristično izrazito kolebanje brojnosti. Treća vrsta, *M. musculus*, pokazuje stalno prisustvo, ali sa niskom brojnošću (sl. 98).



Slika 98. Analiza naselja sitnih glodara u agrobicenozama Vojvodine

Vezanost pojedinih životinjski organizama za određeni tip biocenoze takođe se ispoljava kao njena strukturna osobina. Međutim, broj vrsta karakterističnih za određenu životnu zajednicu uglavnom je mali, a stepen abundantnosti može da varira.

Populacije koje ulaze u sastav jedne biocenoze zauzimaju određeni raspored u okviru biotopa koji je definisan pojmom disperzije. Homogeni raspored se retko ostvaruje i uglavnom se u prirodi sreće heterogeni tip disperzije koji je uslovljen dejstvom abiotičkih i biotičkih faktora (pre svega kompeticijom). Sa porastom prostora prvo se javljaju vrste koje karakterišu visoka stalnost i učestalost, a zatim se pojavljuju ostale. Na taj način se, kao posledica prostornog rasporeda, formiraju životni kompleksi sačinjeni od manjeg ili većeg broja vrsta između kojih se gradi čitav splet raznovrsnih odnosa. Životni kompleksi mogu biti različitog karaktera i obima, imaju mozaički raspored i predstavljaju najznačajniju strukturnu karakteristiku svake životne zajednice. Mogu zauzimati veoma mali prostor u vidu mikrostaništa (naselje ispod kamena, deo biljke, uginulo stablo, životinjski leševi ili izmet, gnezda, jazbine itd.).

Stratifikacija ili spratovnost takođe predstavlja značajnu karakteristiku strukture životne zajednice. Slojeviti raspored u okviru kopnenih biocenoza prouzrokovan je delovanjem osnovnih klimatskih i mikroklimatskih faktora koji omoguću-

ju stvaranje posebnih uslova kao i pojavu mnoštva ekoloških niša. Tipičan primer ovakvog rasporeda je vertikalna spratovnost izražena u nadzemnom i podzemnom delu biotopa manifestujući se raznovrsnim naseljem vezanim za različite ekološke niše. Tako su stabla naseljena specifičnim dendrobiontnim oblicima, dok se u podzemnim spratovima javljaju karakteristične životne forme (stonoge, mravi, larve insekata, kišne gliste i sitni glodari). Stratifikacija kod vodenih biocenoza ogleda se kako u vertikalnom tako i u horizontalnom (longitudinalnom) smeru, a uslovljena je dejstvom svetlosti, temperature, rastvorenih soli i gasova.

ODNOSI ISHRANE

Organske vrste su otvoreni sistemi koji neprestano razmenjuju materiju i energiju sa životnom sredinom. Svoje potrebe za obnavljanjem utrošene energije i stvaranje svoje sopstvene supstance ostvaruju kroz ishranu na nivou ekosistema. Odnosi ishrane čine najznačajniji oblik povezanosti članova jedne životne zajednice.

Osnovni izvor hrane u svakoj životnoj zajednici predstavljaju biljke, jedini organizmi (izuzev jednog broja bakterija), koji sintetišu organsku materiju iz neorganske supstance, pa se zbog toga nazivaju autotrofima. Nasuprot njima, heterotrofi nemaju tu sposobnost i hrane se organskom materijom biljnog ili životinjskog porekla. Prva grupa organizama se može još označiti kao producenti (proizvođači), a druga kao konzumenti (potrošači).

Svi životinjski organizmi se prema tipu ishrane mogu podeliti u tri grupe:

1. Fitofagi (biljojedi) – životinje koje se hrane bijkama ili njihovim delovima.

2. Zoofagi (mesojedi) – hrane se drugim životinjskim organizmima (grabljivice i paraziti)

3. Saprofagi – životinjske vrste koje se hrane uginulim organizmima ili delimično razgrađenom organskom materijom biljnog ili životinjskog porekla. Ova grupa uključuje detritofage (hrane se na račun biljnog i životinjskog detritusa), koprofage (hrane se na račun životinjskih ekskremenata) i nekrofage (hrane se leševima).

U okviru saprofagih organizama posebno značajno mesto zauzimaju heterotrofne bakterije i gljive koji mineralizuju organsku materiju do vode, ugljene kiseline i mineralnih soli. Ova grupa predstavlja treću važnu kategoriju u okviru životne zajednice i to su reducenti (razlagači).

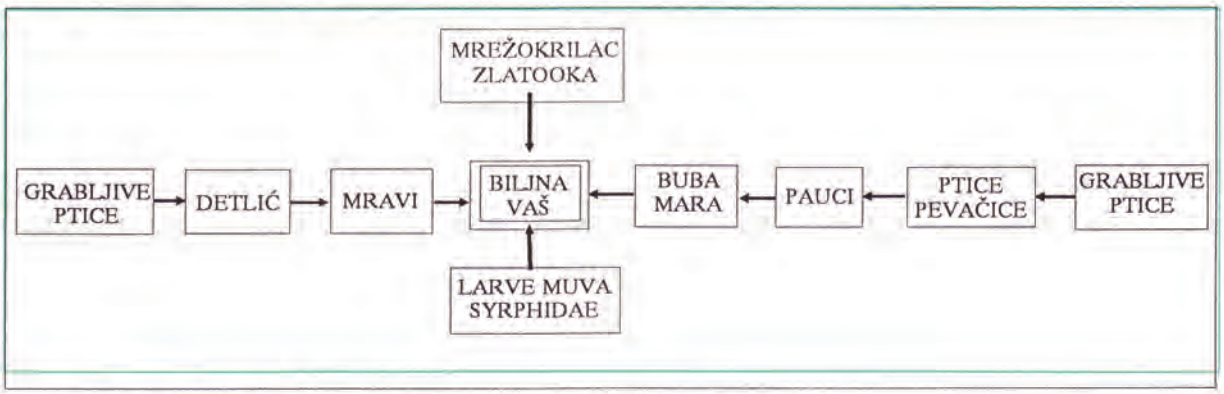
U pogledu specijalizacije, životinjske vrste se dele na:

a) Monofage – koriste samo jednu vrstu hrane (npr. biljne i štitaste vaši uzimaju kao hranu biljne sokove, a gusenice leptira *Parnassius apollo* se isključivo hrane na biljci *Sedum album*)

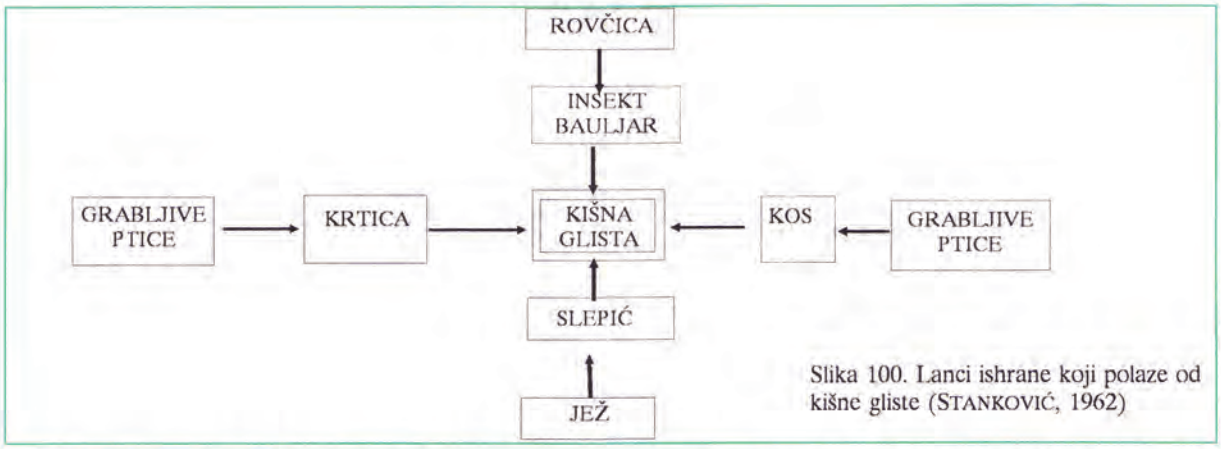
b) Stenofage – ograničen spektar ishrane

c) Polifage (eurifage) – širok spektar koji uključuje više desetina različitih vrsta kojima se hrane. Kukuruzna pipa (*Tanymecus dilaticollis*) i kukuruzni plamenac (*Ostrinia nubilalis*) napadaju oko 100, dok u crevnom sadržaju poljske voluharice *Microtus arvalis* može biti zastupljeno skoro 200 gajenih i korovskih vrsta biljaka.

Režim ishrane se kod velikog broja životinjskih organizama menja u odnosu na razvojni stadijum, uzrast i sezonu. Istovremeno količina unete hrane u određenom vremenskom periodu ve-



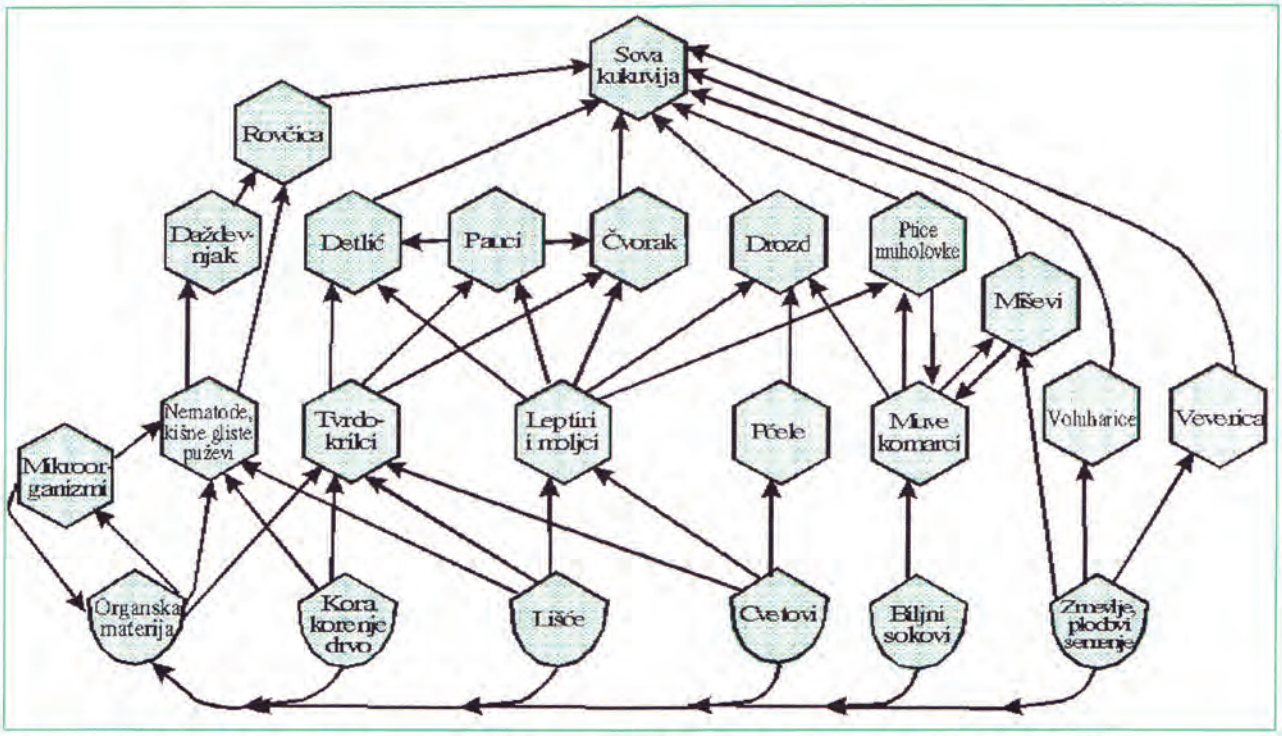
Slika 99. Lanci ishrane koji polaze od biljne vaši (STANKOVIĆ, 1962)



Slika 100. Lanci ishrane koji polaze od kišne gliste (STANKOVIĆ, 1962)

oma varira zavisno od vrste. Krtica (*Talpa europea*) dnevno pojede do 1,5 puta više u odnosu na svoju telesnu masu, a miš humkaš (*Mus musculus hortulanus*) godišnje konzumira 3,5 do 4 kg hrane (MIKEŠ, 1992). Od krupnih sisara, divlja svinja (*Sus scrofa*) dnevno potroši 2,1 do 3,6 kg hrane (GENOV, 1981), a jelen (*Cervus elaphus*) u toku jednog dana pojede 12 kg što godišnje iznosi 4,4 tone (BAJEV, 1970).

Članovi biocenoze su medusobno tesno povezani lancima ishrane koji uključuju sva tri tipa ishrane (proizvođače, potrošače i razlagače). Ovi odnosi se mogu predstaviti u vidu linearnog niza čije su karike pojedine organske vrste. Svaki takav niz započinje producentom na koji se nastavljaju konzumenti I, II i III reda. Na kraju ovog reda nalaze se reducenti. Lanci ishrane mogu biti veoma kratki i jednostavni, kao npr. biljni plodovi → šumski miš → sova, ali i mnogo duži i složeniji kao: biljka hraniteljka → biljna vaš → pauk → ptica pevačica → grabljiva ptica.

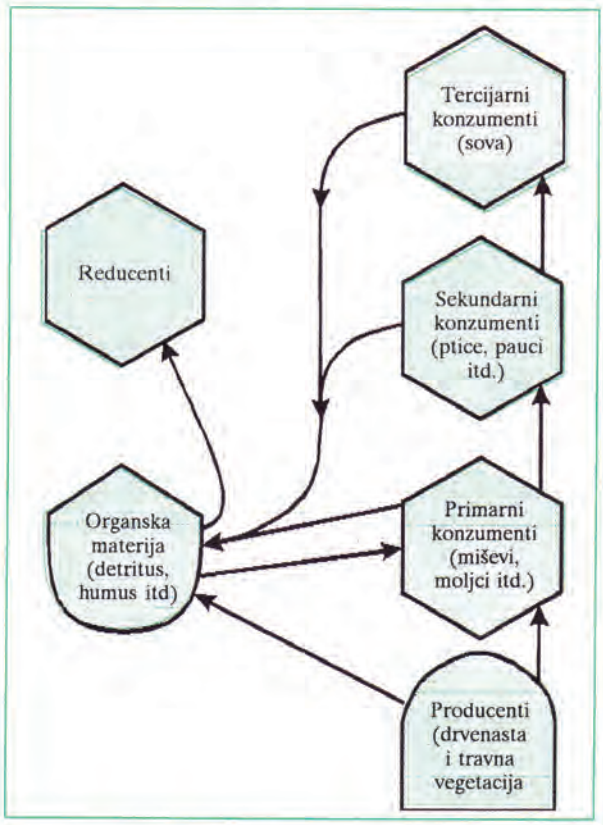


Slika 101. Splet lanaca ishrane u agrobiocenozi u neposrednoj blizini listopadne šume (iz BREWER-a, 1994)

Svaka životna zajednica sadrži velik broj različitih lanaca ishrane koji su zavisni jedni od drugih. Često od jedne vrste može poći veći broj lanaca ishrane u različitim pravcima. Tipičan lanac ishrane u agrocenozi prikazan je na sl. 99 i 100.

Lanci ishrane su često veoma kompleksni i uključuju stotine i hiljade organskih vrsta. Na sl. 101 je dat pojednostavljen primer spleta hranidbenih lanaca u jednoj životnoj zajednici. Desetine i stotine vrsta koje učestvuju u njemu su grupisane u pojedine kategorije kao što su bube, nematode, kišne gliste, puževi itd.

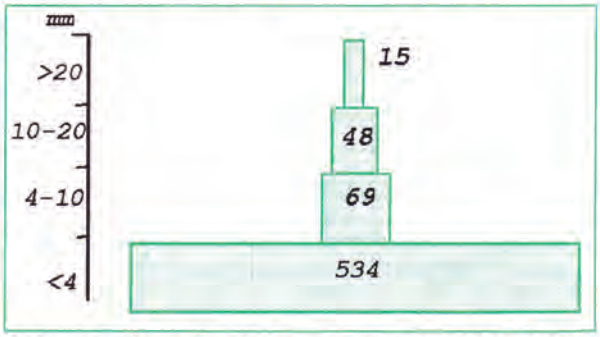
Analizirani odnosi ishrane mogu se još jednostavnije prikazati preko kategorija koje se nazivaju trofičkim nivoima (prizvođači, potrošači i razlagači). Trofički nivo proizvođača uključuje sve fotosintetičke biljke, a svi organizmi koji se njima hrane nalaze se na trofičkom nivou primarnih potrošača. Na njih se nadovezuje lanac sekundarnih i tercijarnih potrošača (sl. 102).



Slika 102. Trofički nivoi bazirani na spletu lanaca ishrane (iz BREWER-a, 1994)

Pošto većina potrošača pripada stenofagima ili polifagima, lanci ishrane se ukrštaju i prepliću. Ukoliko jedan lanac ishrane pored mesojeda uključuje i parazite, dobija karakteristiku mešovitog tipa.

Jedan od najvažnijih uslova za opstanak i funkcionisanje lanaca ishrane jeste razlika u veličini između predatora i plena. U životnoj zajednici sitniji organizmi imaju veći potencijal razmnožavanja i javljaju se u gušćim populacijama u odnosu na organizme većih dimenzija. Vrste jedne biocenoze grupisane su prema svojim dimenzijama i tako učestvuju u različitim brojnim odnosima formirajući piramidu brojeva (sl. 103).

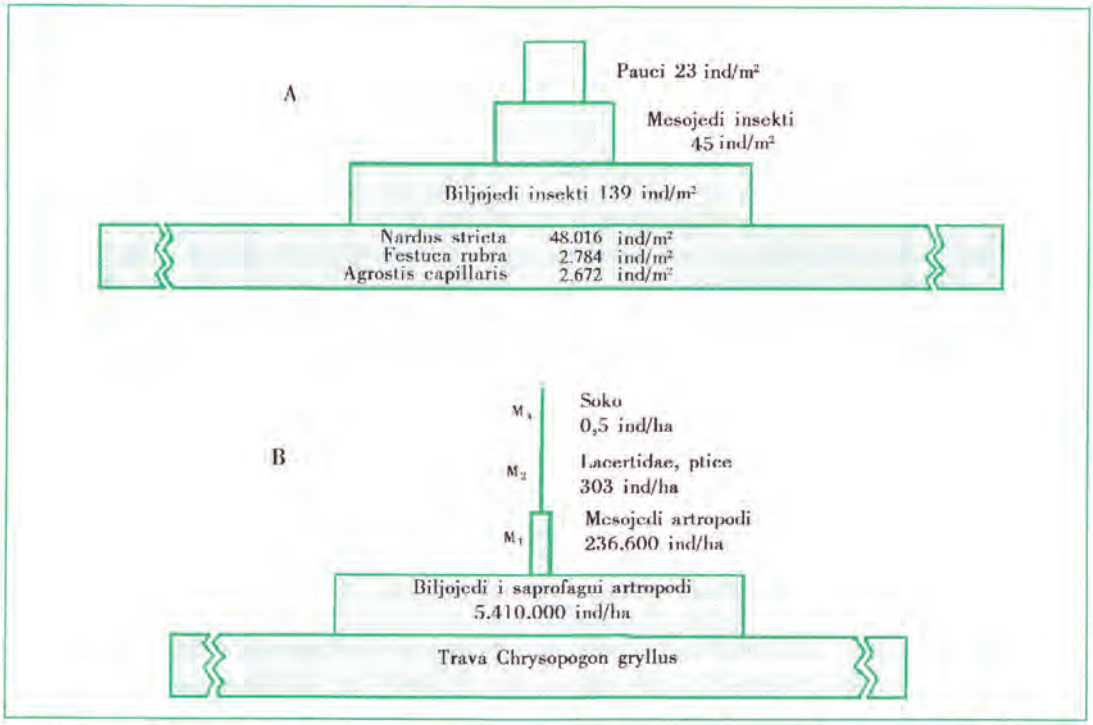


Slika 103. Piramida odnosa individualne veličine naselja insekata na travnoj zajednici *Agrostideum vulgaris* na Kopaoniku (JANKOVIĆ, cit. STANKOVIĆ, 1962)

Značajna karakteristika ovako tesne povezanosti je brojni odnos između članova koji ulaze u sastav pojedinih karika lanca i takođe se može označiti kao piramida brojeva. Početni deo lanca karakteriše najveća, a završni najmanja brojnost. Svaki prethodni član u lancu svojom brojnošću obezbeđuje opstanak sledećeg člana čiji broj individua uvek mora biti manji (sl. 104).

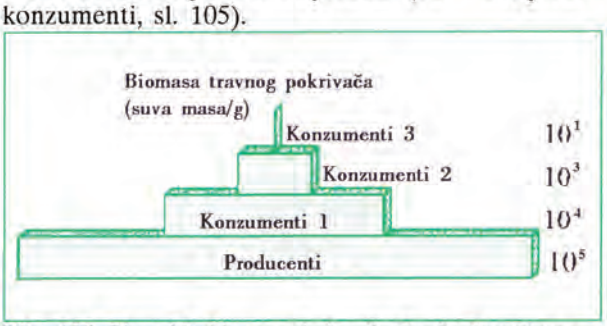
Međutim, u parazitskim lancima taj odnos je obrnut (piramida je obrnuta), tako da su na početku lanca (domaćin) članovi najkrupniji i istovremeno najmalobrojniji.

U cilju određivanja kvantitativnh odnosa između pojedinih članova u lancima ishrane primenjuje se piramida biomase koja ilustruje njihovu ukupnu biomasu. Struktura piramide biomase na livadi površine 1000 m^2 obuhvata milione individua zeljastih biljaka (P – producenti), stotine hiljada skakavaca, vaši i dr. (C_1 – primarni konzumenti), hiljade mesojeda kao što su pauci i sl. (C_2 – sekundarni konzumenti) i nekoliko grablji-



Slika 104. Piramide brojeva (trofičke piramide) u travnim zajednicama. A – zajednica trave tvrdače *Nardus* na Kopaoniku; B – zajednica trave *Chrysopogon* na Deliblatskoj peščari (JANKOVIĆ, BORISAVLJEVIĆ i GRADOJEVIĆ, cit. STANKOVIĆ, 1962)

vica kao što su jastreb ili jazavac (C_3 – tercijarni konzumenti, sl. 105).



Slika 105. Piramida biomase jedne livade (iz BREWER-a, 1994)

Pošto su ovi odnosi bazirani na različitim nivoima ishrane mogu se nazvati trofičkom piramidom.

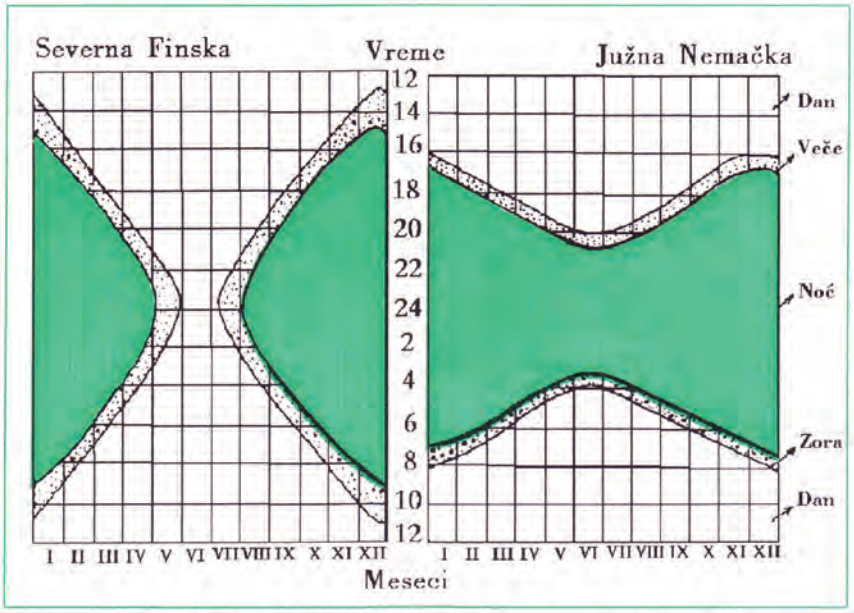
Odnos između biomase pojedinih članova piramide može biti veoma različit, pa u nekim slučajevima ona može imati i drugačiji izgled. Najčešće on zavisi od brzine metabolizma, tj. količine energije koja protiče u jedinici vremena na pojedinom trofičkom nivou. Ovakav tip međusobnih odnosa u lancima ishrane se prikazuje preko piramide energije.

Lanci ishrane svojim izvanredno razgranatim spletom omogućuju funkcionisanje celokupne biocenoze i njeno održavanje.

Svaku životnu zajednicu karakterišu periodične promene koje joj daju određenu fizionomiju. Te promene mogu biti uslovljene godišnjom sezonom, smenom dana i noći ili uticajem Meseca.

Sezonski periodizam je posledica delovanja abiotičkih faktora i u kopnenim biocenozama najvažniju ulogu imaju temperatura i vlažnost. Mogu se izdvojiti sledeći sezonski aspekti: rano proleće, kasno proleće, rano leto, kasno leto, jesen i zima. Ove promene u životnoj zajednici su različito izražene u pojedinim klimatskim oblastima.

Dnevno-noćni periodizam je uslovljen smenom dana i noći, kada dolazi do promene intenziteta i kvalteta svetlosti, temperature, vlažnosti, isparavanja itd. Usled toga, u toku 24 časa dolazi do zamene jednih lanaca ishrane drugima tako da niše koje su neiskorišćene preko dana noću postaju zauzete. Umesto dnevnog lanca lasica-volu-



Slika 106. Trajanje aktivnosti vrapca *Passer domesticus* u zavisnosti od dužine dana i noći u različitim geografskim oblastima (FRANZ, cit. STANKOVIĆ, 1962)

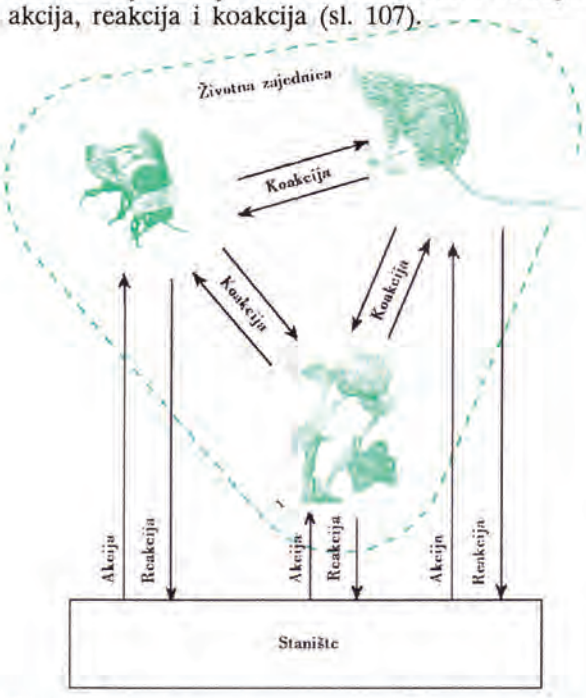
harica noću se javlja lanac sova – poljski miševi. Lanci ishrane noćnih životinja karakterišu noćni aspekt zajednice.

Pošto se relativna dužina dana i noći menja u vezi sa sezonama i geografskom širinom, trajanje dnevne aktivnosti varira. Na sl. 106 prikazano je godišnje variranje aktivnosti ishrane domaćeg vrapca u različitim geografskim oblastima Evrope (severna Finska i južna Nemačka). Za vreme letnjih meseci u severnoj Finskoj je ova aktivnost najveća pošto dan traje 24^h (bele noći).

Lunarni periodizam je najviše izražen kod morskih organizama, pre svega u pogledu formiranja polnih produkata i razmnožavanja. On je povezan sa uticajem Meseca na pojavu plime i oseke.

EKOSISTEM

Ekosistem je integralna celina životne zajednice (biocenoze) i prostora koji ona naseljava (biotopa). Ove dve komponente su međusobno povezane u dinamičan sistem u kojem deluje kompleks abiotičkih i biotičkih faktora sa uzajamnim dejstvima (interakcijama). U okviru ekosistema između organizma i sredine se odvijaju stalna razmena materije i protok energije, što uslovljava njegov nastanak, održavanje i razvoj. Ekosistem je završna sinteza u istorijskom razvoju integracije žive i nežive prirode u određenom periodu i na tom nivou postoje tri kategorije odnosa koji vladaju između biocenoze i biotopa: akcija, reakcija i koakcija (sl. 107).



Slika 107. Interakcije u ekosistemu (iz BREWER-a, 1994)

Akcija je dejstvo kompleksa faktora biotopa (naročito klimatskih) na organizme, njihove populacije i celokupnu životnu zajednicu. Ovo dejstvo je naročito izraženo zonalnim rasporedom ekosistema u horizontalnom i vertikalnom smeru, tj. u odnosu na geografsku širinu i nadmorsku visinu. Ako se graniči sa minimalnim vrednostima, ovo delovanje na biocenozu ima eliminatorni karakter.

Reakcija predstavlja odgovor životne zajednice na dejstvo biotopa i njegovo menjanje. Članovi biocenoze neprestano iznose mineralne materije iz staništa, a istovremeno ga obogaćuju organskom supstancom koju na kraju reducenti razlažu, mineralizuju i vraćaju natrag u biotop.

Koakcija označava uzajamne odnose između populacija jedne životne zajednice u vidu različitih odnosa kao što su kompeticija, mutualizam (simbioza), predatorstvo, parazitizam itd. Biocenoza se na osnovu tih odnosa održava i razvija delujući na celokupan ekosistem.

Prema tome kompleks interakcija na nivou ekosistema uključuje složen splet obostranih odnosa na relaciji biocenoza-biotop kao i mnoštvo biotičkih faktora između organizama (sl. 108).

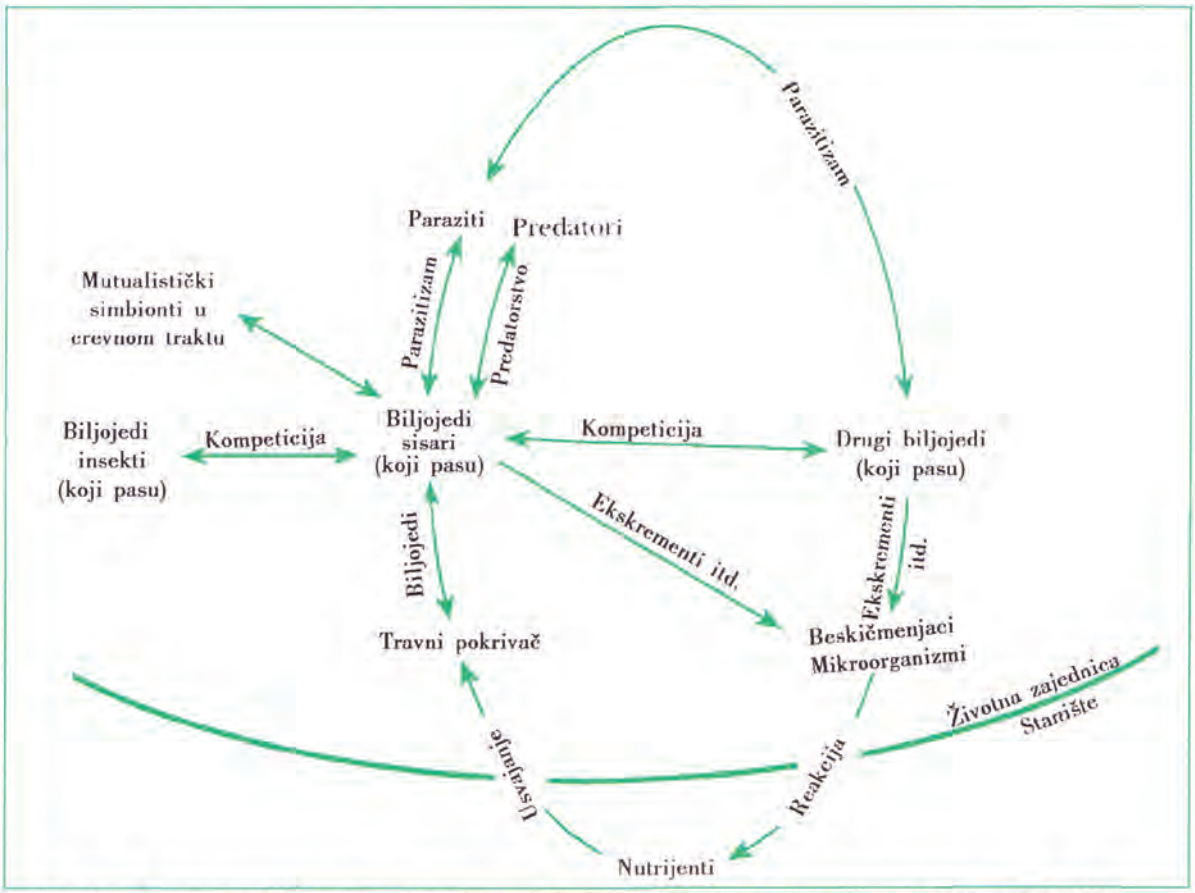
Osnovna karakteristika ekosistema su stalna razmena materije i protok energije koji se odvijaju između životne zajednice i staništa. Ovaj proces se naziva metabolizmom ekosistema i uključuje sledeće faze:

1. Usvajanje i konzervisanje energije Sunca u potencijalnu hemijsku energiju (ATP i NADPH) od strane zelenih biljaka neophodne za sintezu organske materije (uz prisustvo H_2O i mineralnih soli).

2. Stvaranje primarne organske materije redukcijom CO_2, korišćenjem konzervisane energije Sunca.

3. Korišćenje primarne organske materije kao i vezane energije procesom oksidacije od strane potrošača za održavanje životnih procesa.

4. Razlaganje i mineralizacija organske materije uginulih organizama u kojem učestvuju razlagači.



Slika 108. Pojednostavljena shema interakcija u jednom malom segmentu ekosistema (iz BREWER-a, 1994)

5. Ponovno korišćenje mineralizovane materije od strane primarnih proizvođača.

U procesu sinteze organske materije zelene biljke apsorbuju svega oko 1% sunčeve energije, a od toga oko 0,5% transformišu u osnovne hranljive materije – ugljene hidrate, koji su izvor hrane i energije za živi svet na Zemlji. Osnovni mehanizam u procesu izgradnje organske materije iz neorganskih jedinjenja je fotosinteza. Sintezom ugljendioksida i vode, u prisustvu sunčeve energije, nastaju ugljeni hidrati (skrob) i tom prilikom se oslobađa kiseonik. Ova složena biohemijska reakcija se pojednostavljeno može prikazati sledećom relacijom:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{energija Sunca (2920,7 J)} \rightarrow$$
$$\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

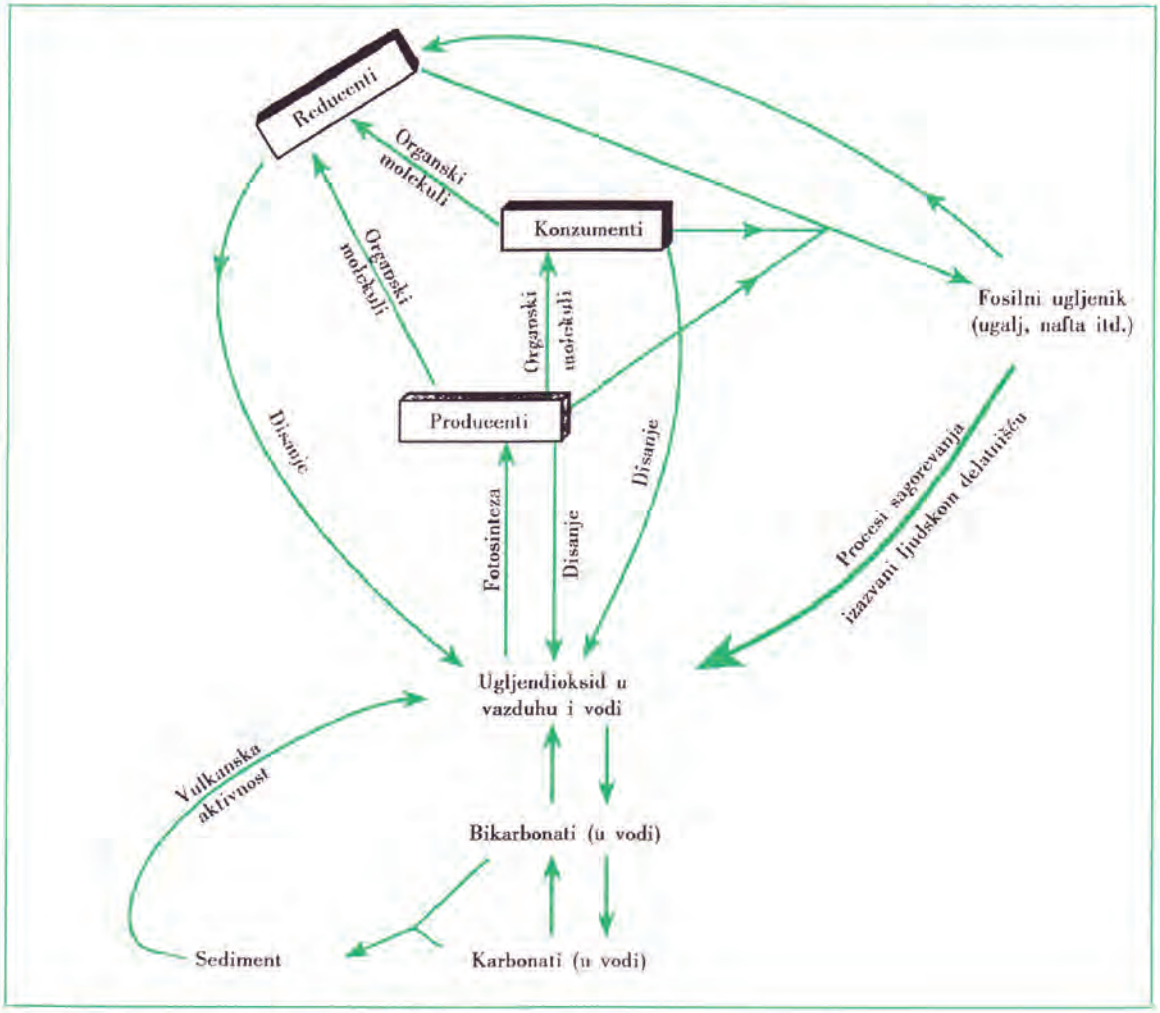
Dobijeni energetski potencijal glukoze iznosi 2872 KJ/mol. Fotosinteza prikazana napred navedenom formulom predstavlja samo početna i krajnja jedinjenja. Međutim, u osnovi to je lanac veoma složenih reakcija koje se mogu prikazati u dve faze. Prva faza se odvija na svetlosti i naziva se svetlosna, a druga, za koju nije potrebna svetlost, predstavlja tamnu fazu fotosinteze. Hloroplasti zelenih biljaka su najdelotvorniji i najproduktivniji sistem u prirodi kojim se energija sunčevog zračenja brzo pretvara u hemijsku energiju organskih jedinjenja. Fotosintezom se 80% apsorbovane energije sunčevog zračenja transformiše u električnu energiju molekularnih veza ugljenih hidrata. Svake godine se iz 690 milijardi tona ugljen-dioksida i 280 milijardi tona vode u procesu fotosinteze produkuje 500 milijardi tona ugljenih hidrata. Ovim procesom se formira oko 4 milijarde tona hranljivih materija u vidu skroba i glukoze što iznosi 1,3 tone godišnje po čoveku ili 14,2 kg glukoze dnevno po svakom stanovniku Zemlje. Istovremeno se u atmosferu oslobodi oko 500 milijardi tona kiseonika. Na osnovu ovih podataka može se proceniti da proces fotosinteze

svakih 2000 godina potpuno obnovi količinu kiseonika u našoj atmosferi.

Od ugljenih hidrata i usvojenih soli primarni producenti izgrađuju ostala složena organska jedinjenja kao što su masti, aminokiseline i belančevine. Nastala organska materija i vezana energija učestvuju u životnim procesima (ishrana, rast, razmnožavanje itd.). Pored zelenih biljaka, koje predstavljaju glavne proizvođače organske materije u ekosistemu, u ovom procesu učestvuju još i grupe fotoautotrofnih i hemoautotrofnih bakterija. One sintetišu organsku materiju na račun energije Sunca, odnosno energije nastale putem oksidacije neorganskih jedinjenja. U odnosu na zelene biljke, udeo ovih bakterija u procesu kruženja materije na nivou ekosistema je znatno manji.

Primarna organska materija putem lanaca ishrane dospeva do potrošača, gde se u procesu varenja razlaže do prostijih nivoa (šećer, glicerin, masne kiseline i aminokiseline), koja se dalje koriste za izgradnju žive supstance. Samo manji, neiskorišćeni deo organske materije se razlaže do jednostavnijih hemijskih jedinjenja koji se u vidu ekskremenata izbacuju u spoljašnju sredinu. U procesu razgradnje organske materije, na nivou potrošača, se oslobađa hemijska energija i ona se koristi za različite životne funkcije.

Načini i brzina razlaganja organskih materija su različiti i zavise od njihove građe. Krajnji produkt razgradnje ugljenih hidrata, kao najjednostavnije komponente organske materije, su CO_2 i H_2O. S druge strane, jedna od najstabilnijih or-



Slika 109. Kruženje ugljenika u biosferi (iz BREWER-a, 1994)

ganskih supstanci je lignin koji se nagomilava i značajno doprinosi formiranju humusa u zemljištu koje predstavlja kompleks teško rastvorljivih organskih materija, u prvom redu lignina, proteina i hemiceluloza. Ove supstance se nakupljaju u zemljištu tokom razgradnje organske materije. Značaj humusa u zemljištu je višestruk. Pored toga što je hrana višim biljkama, on menja fizičku i hemijsku strukturu zemljišta i služi kao supstrat za naselje mikroorganizama.

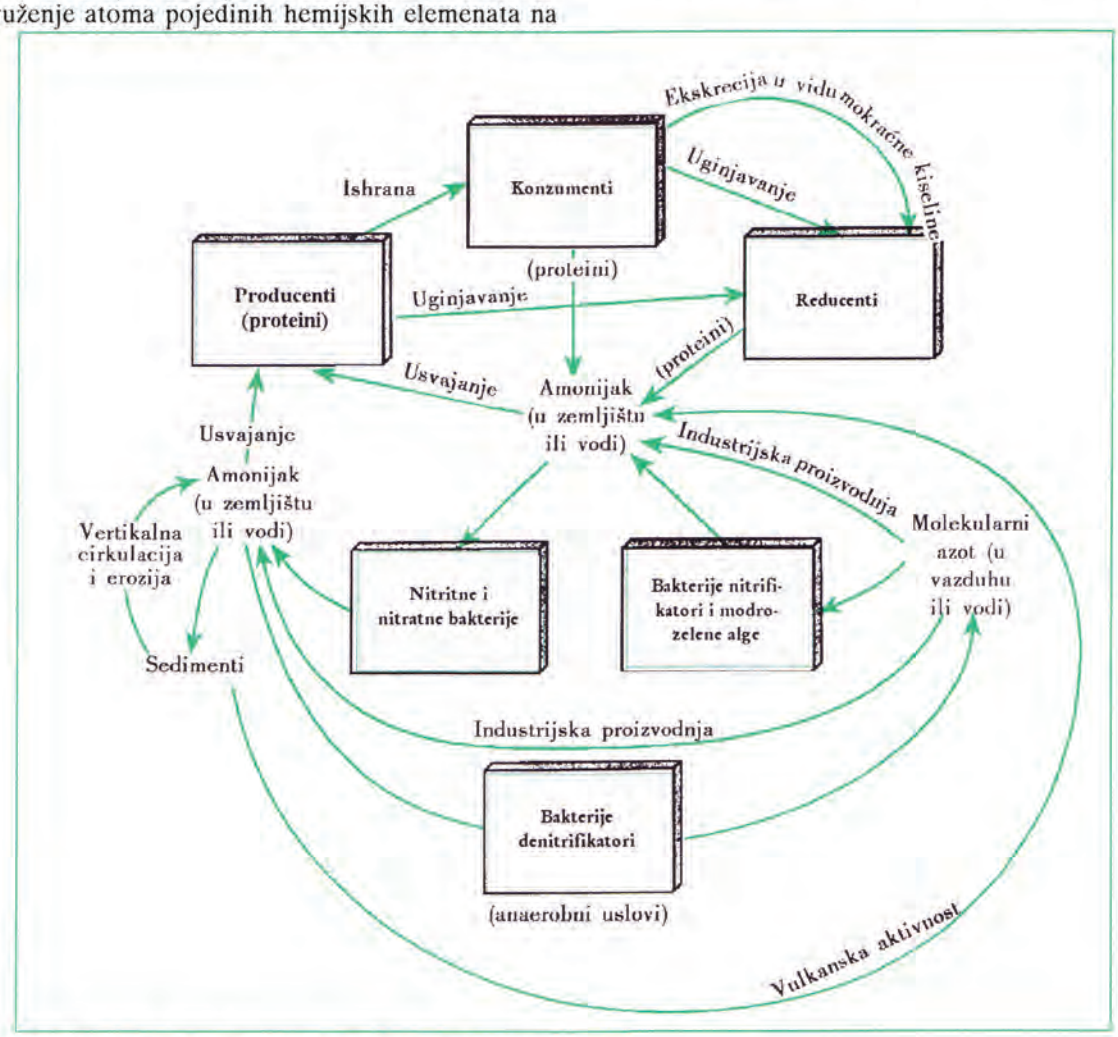
KRUŽENJE MATERIJE U EKOSISTEMU

Kruženje materije u ekosistemu je u suštini kruženje atoma pojedinih hemijskih elemenata na međusobnoj relaciji biotop-biocenoza u vidu migracija koje se nazivaju biogeohemijskim ciklusom.

Kruženje ugljenika započinje ugljendioksidom koji se u slobodnom obliku nalazi u atmosferi ili rastvoren u hidrosferi. Njega troše zelene biljke u procesu fotosinteze. U spoljašnju sredinu se vraća kao produkt disanja svih autotrofnih i heterotrofnih organizama, zatim kao proizvod razlaganja ostataka uginulih bića, a jedan manji deo preko metana (CH_4) koji se razlaže oksidacijom u prisustvu aerobnih bakterija (sl. 109).

U vodenim ekosistemima je ciklus kruženja dopunjen ravnotežnim stanjem u sistemu ugljendioksid-bikarbonati-karbonati:

$$Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$



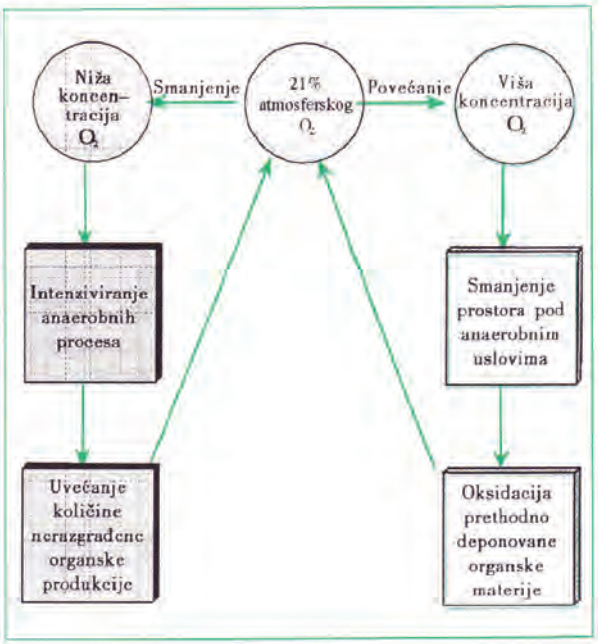
Slika 110. Kruženje azota u biosferi (iz BREWER-a, 1994)

Količina CO_2 u vodi zavisi od njene zasićenosti ovim gasom, a smer njegovog kruženja u sistemu hidrosfera-atmosfera je u pravcu manjeg parcijalnog pritiska.

Iz procesa kruženja ugljendioksida u ekosistemu izuzeta je izvesna količina u vidu slabo rastvorljivog krečnjaka ($CaCO_3$) koji se taloži u vodama ili se nalazi u sastavu litosfere. Istovremeno, jedan deo organskog ugljenika se fosilizuje u anaerobnim uslovima u vidu uglja, nafte i sl.

Kruženje azota je znatno složeniji proces. Najveći deo se nalazi u atmosferi kao inertan gas (oko 78%), a veoma mala količina kruži kroz ekosistem, tj. biosferu. Atmosferski azot ulazi u ciklus kruženja zahvaljujući mikroorganizmima azotofiksatorima koji mogu da ga usvajaju u takvom obliku i prevode u nitrate, upotrebljive za zelene biljke. Takođe, jedan deo atmosferskog azota kruži nakon oksidacije koja nastaje električnim pražnjenjem i fotohemijskom reakcijom. S druge strane, mikroorganizmi denitrifikatori redukuju nitrate do elementarnog azota koji se uključuje u ciklus i vraća u atmosferu. Manja količina azotnih jedinjenja se taloži na velikim okeanskim dubinama i neko vreme je eliminisana iz ciklusa kruženja azota (sl. 110). Još komplikovaniji tok kruženja azota nalazi se u spletu lanaca ishrane na nivou kompleksa ekosistema.

Kruženje kiseonika obezbeđuje sadržaj ovog elementa u atmosferi koji iznosi 21%. Ova koncentracija se održava na istom nivou poslednjih 400 miliona godina. Sadržaj kiseonika u atmosferi određen je ravnotežom između njegove produkcije fotosintetičkim procesima i potrošnje disanjem biljaka, životinja i razlagača. Prisustvo ovog elementa u atmosferi je posledica veće fotosintetske aktivnosti u odnosu na intenzitet respiracije. Pošto aerobni procesi dominiraju, vrlo malo organske materije ostaje nerazgrađeno. Kada bi došlo do smanjenja sadržaja kiseonika u atmosferi to bi neminovno uticalo na povećanje prostora sa anaerobnim uslovima. Ovo bi uslovilo uvećanje količine nerazgrađene organske materije, a time i poremećaj ravnoteže između fotosinteze i respiracije. Kao rezultat ovakvog stanja došlo bi do povećanja sadržaja kiseonika. S druge strane, ako bi u atmosferi došlo do povećanja sadržaja kiseonika, još više bi se smanjio prostor sa anaerobnim uslovima. To bi dovelo do potpunije razgradnje novoprodukovane organske materije, a istovremeno bi se povećalo razlaganje organske materije nastale u ranijim anaerobnim uslovima. Povećana potrošnja kiseonika u ovim ulovima bi doprinela smanjenju sadržaja kiseonika u atmosferi (sl. 111).



Slika 111. Mehanizam održavanja ravnoteže kiseonika u atmosferi (iz BREWER-a, 1994)

Proces kruženja materije je cikličan i reverzibilan i tom prilikom materija ne napušta ekosistem, a zajedničko učešće imaju kako biotop tako i biocenoza.

TOK ENERGIJE KROZ EKOSISTEM

Za razliku od materije, energija protiče kroz ekosistem i na kraju ga, posle transformacije, napušta u vidu toplote (drugi zakon termodinamike). Prema tome, protok energije predstavlja ireverzibilan proces i kroz ekosistem stalno protiče nova količina energije što mu daje karakteristiku otvorenog sistema.

Organska materija je osnovni nosilac energije u ekosistemu. Ona se prenosi kroz splet hranidbenih lanaca u vidu potencijalne energije i na tom putu se transformiše i koristi za životne procese. Prenoseći se, zajedno sa hranom, kroz pojedine karike lanaca ishrane, energija teče u tri pravca:

1. Jedan deo potencijalne energije se akumulira u telu organizama i vezuje za novostvorenu protoplazmu tokom individualnog rasta.

2. Drugi deo energije se oslobađa u procesu disanja i na kraju se transformiše u toplotu napuštajući organizam i ekosistem.

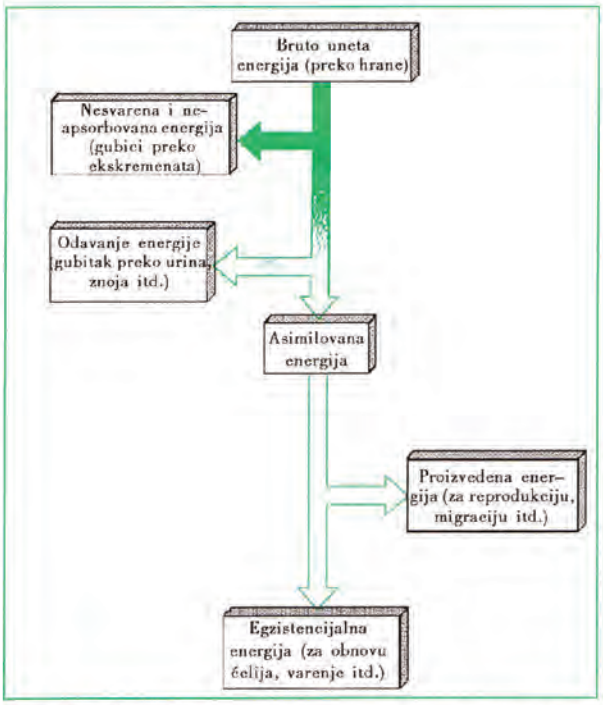
3. Treći deo takođe napušta određeni trofički nivo u vidu energije koja je vezana za degradiranu organsku materiju u vidu ekskremenata i drugih ekskreta ili uginule organske materije. Ovaj deo energije samo delimično napušta ekosistem u vidu toplote, a većim delom se ponovo prevodi u potencijalnu, vezivanjem za živu materiju zahvaljujući saprofazima.

Ukupni energetski bilans na nivou određenog stepena trofije potrošača izražava se relacijom:

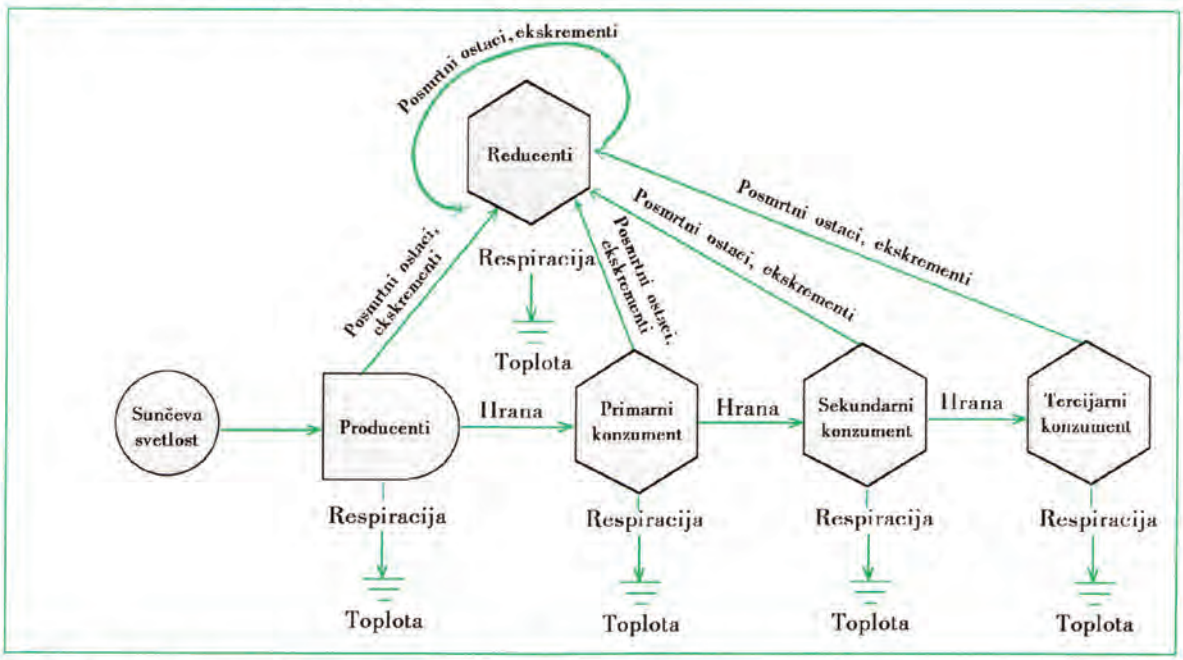
$$N = C + O + E$$

gde su N – usvojena energija preko hrane, C – oslobođena energija u vidu toplote, O – potencijalna energija koja je akumulirana od strane organizama i E – energija sadržana u ekskrementima i ostacima uginulih organizama.

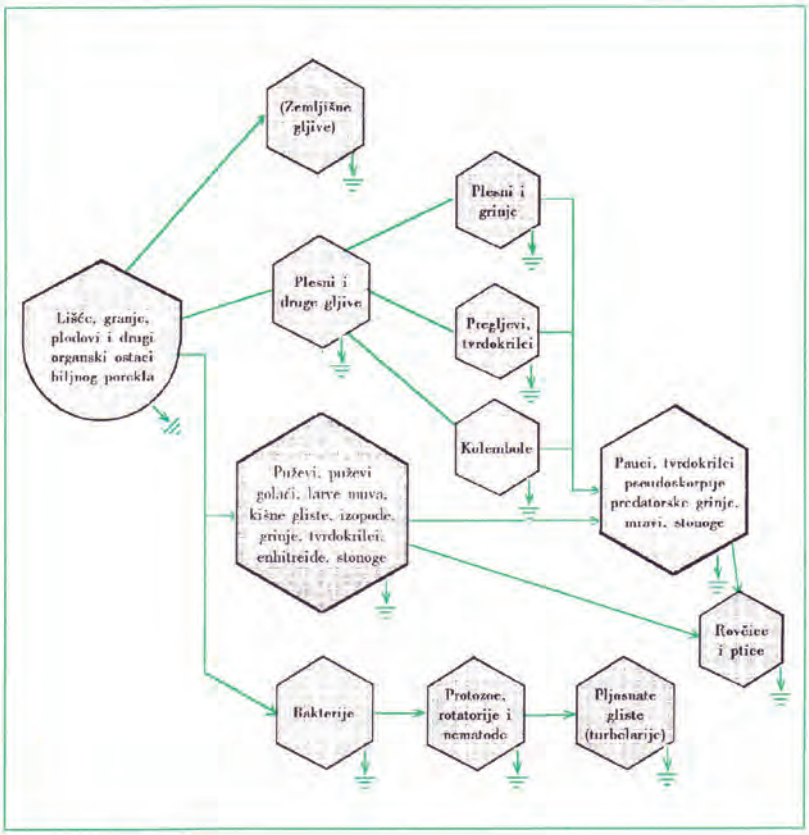
Na sl. 112 i 113 je prikazan tok energije kroz individualni životinjski organizam i ekosis-



Slika 112. Protok energije kroz individuu – životinjski organizam (energija dospeva u organizam kao hrana, jedan deo se odaje u vidu ekskremenata, a ostatak koristi (uz odavanje u vidu toplote) ili deponuje (u vidu masnog ili drugog tipa tkiva, iz BREWER-a, 1994)



Slika 113. Protok energije u ekosistemu (iz BREWER-a, 1994)

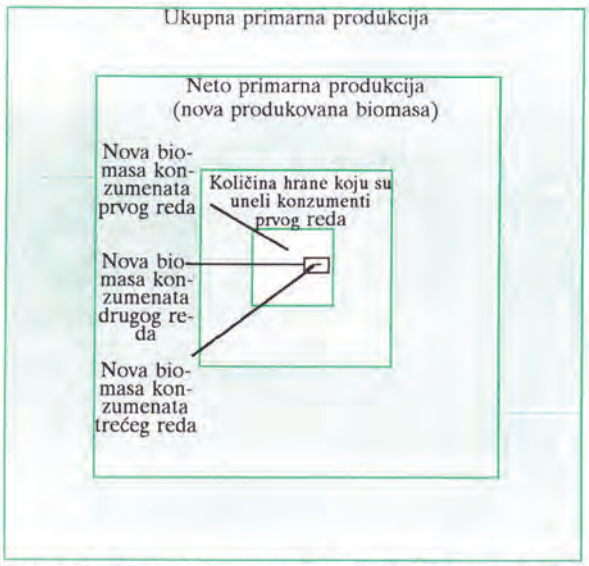


Slika 114. Proticanje energije kroz lance ishrane u zemljišnom detritusu (iz BREWER-a, 1994)

tem, njeno vezivanje u pojedinim karikama hranidbenog lanca i njen gubitak kroz respiraciju.

U zemljištu se protok energije odvija zahvaljujući ne samo bakterijama i gljivama, nego i veoma raznovrsnoj pedofauni koje se takođe hrani organskim detritusom. To su pre svega terestrične oligohete, kolembole, izopode, zemljišne grinje, detritofage vrste stonoga i puževi golaći. Na njih se nadovezuju predatori kao što su pauci, pseudoskorpije, predatorske grinje i stonoge, mravi. Konačno slede predatori drugog reda, ptice, rovčice i sl. (sl. 114).

Kvantitativni prikaz protoka energije kroz lance ishrane na nivou ekosistema može se ilustrovati piramidom energije. Površina svakog kvadrata prikazuje količinu energije koja protiče kroz ekosistem na različitim nivoima. Spoljašnji, najveći kvadrat, predstavlja godišnju biljnu bruto produkciju. Sledeći kvadrat obuhvata preostalu energiju nakon transpiracije biljaka. Tri unutrašnja kvadrata pokazuju novostvorenu biomasu potrošača I, II i III reda (sl. 115).



Slika 115. Energetska piramida – pogled odozgo (iz BRE-

Zbog toga se ekosistem neprestano održava u dinamičnom stacionarnom stanju, a njegov metabolizam se može sagledati kroz dva aspekta, materijalni i energetski. Na taj način ekosistem ostvaruje svoju organsku produkciju koja na nivou primarnih proizvođača nosi naziv primarna, a na ostalim trofičkim stepenima se naziva sekundarnom produkcijom. Svaki trofički stepen sadrži određenu količinu energije deponovanu u biomasi. Energija se u ekosistemu deponuje na nivou producenata (procesom fotosinteze) odnosno konzumenata (procesom asimilacije). Njeno odavanje sa datog trofičkog stepena dalje se odvija respiracijom i protokom ka organizmima sledećeg trofičkog nivoa putem konzumacije (sl. 116).

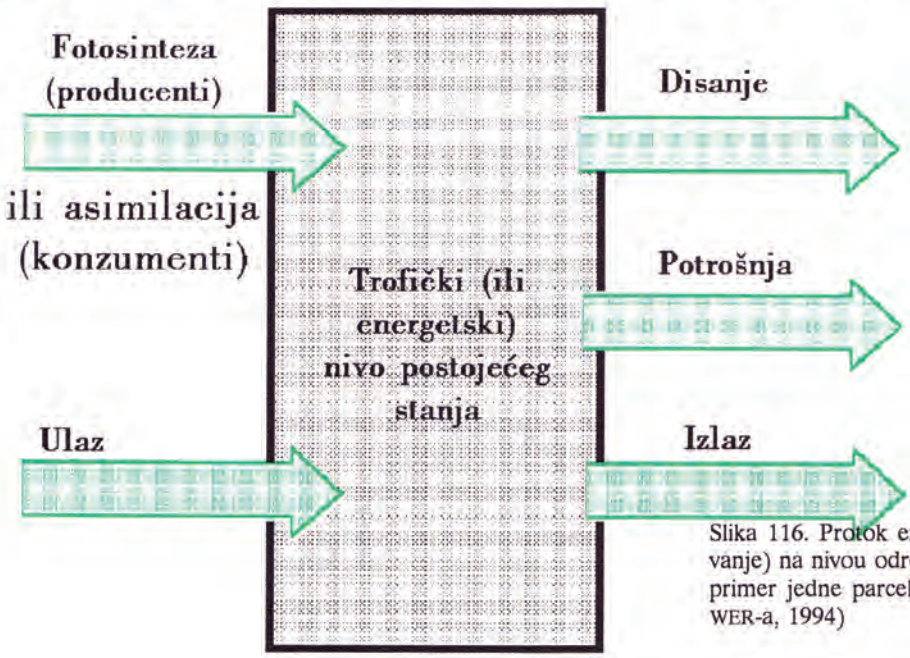
Permanentna promena na nivou ekosistema ogleda se u njegovom preobražaju i sukcesijama u funkciji vremena. Te promene se neprestano odražavaju u obe njegove komponente (biotopu i biocenozi) uz neprekidnu transformaciju i stalni razvoj. Primarne sukcesije nastaju pojavom životnih zajednica na novom (nenaseljenom) prostoru, dok se sekundarne javljaju prilikom uklanjanja već postojećih biocenoza (usled poremećaja, oštećenja, devastacije i sl.). Faktori koji uslovljavaju sukcesije mogu biti endodinamički (izazvani unutrašnjim promenama u samom ekosistemu, npr. obnavljanje vegetacije posle šumskog požara, proces zarašćivnja stajaćih voda itd.) i egzodinamički (razni uticaji koji vode poreklo izvan samog ekosistema kao što su klimatogeni, edafski ili antropogeni).

Ekosistem tokom svog razvoja dostiže svoj vrhunac ili klimaks, ali to ne znači prestanak njegovog života nego samo trenutni zastoj u stalnoj transformaciji i menjanju života na Zemlji.

INTEGRISANOST I RAVNOTEŽA EKOSISTEMA

Integracija na nivou ekosistema je posledica njegove stalne evolucije, a počiva na delovanju i razvoju odnosa akcije, reakcije i koakcije. U njenoj osnovi nalazi se velika adaptivnost organizama na uslove sredine, pa je celovitost jednog ekosistema veća ukoliko su interakcije raznovrsnije i intenzivnije. Ovo se naročito manifestuje kroz uzajamnu povezanost između organizama u vidu složenog spleta lanaca ishrane, posebno preko simbioze, odnosa predator-plen ili parazitizma. Visok stepen integrisanosti pojedinih ekosistema dolazi do punog izražaja u kontinuiranim i manje kolebljivim uslovima koji vladaju u biotopu.

Ekosistem, kao otvoreni sistem, permanentno prima energiju iz kosmosa i na taj način održva balans ili dinamičku ravnotežu. U momentu usporenog razvitka može dospeti u manje ili



Slika 116. Protok energije (primanje i odavanje) na nivou određenog stepena trofije – primer jedne parcele pod usevom (iz BREWER-a, 1994)

više stacionarno stanje i tada je odnos između primarne produkcije i respiracije približno jednak (P/R=1). Međutim, ovakvo stanje je trenutno i njegov razvoj se po pravilu nastavlja dalje zahvaljujući regulatornim mehanizmima koji uključuju regeneraciju i akumulaciju hranljivih materija, organsku produkciju i mineralizaciju uginule organske materije. Ovi regulacioni mehanizmi održavaju gustinu pojedinih populacija koje ulaze u sastav biocenoze i ekosistema i to u granicama koje su određene kapacitetom sredine i nivoom tolerancije u odnosu na dejstvo nepovoljnih faktora. Tako ekosistem kao organizovana i dinamična celina prolazi kroz neprestane promene održavajući ravnotežu bez koje bi njegov opstanak bio nemoguć.

KLASIFIKACIJA EKOSISTEMA

Različiti ekosistemi kao diskretne jedinice se realno nalaze u prirodi gradeći biosferu. Glavni kriterijumi za njihovu podelu bazirani su na osnovu biotopa, vegetacije i faunističke komponente. Od abiotičkih faktora najvažniji su klimatski i edafski faktori koji istovremeno utiču na tip vegetacije (vlažna, umereno vlažna i suva staništa). Druga klasifikacija se zasniva na prirodi biotopa koja uključuje kopnene i vodene ekosisteme sa daljom detaljnijom podelom. Treća klasifikacija je sačinjena na osnovu fizionomije i florističkog sastava vegetacije i obuhvata drvenastu, travnu i pustinjsku vegetaciju kao i onu koja nije vezana za podlogu. U pokušaju klasifikacije i sinteze pojedinih prirodnih celina formiran je pojam bioma kao integrisani sistem više ekosistema u široj klimatskoj oblasti. Najdalji korak u grupisanju ekosistema načinjen je formiranjem geografsko-ekološke jedinstvene celine pod nazivom predeo koji ima svoju posebnu evoluciju i podrazumeva integrisan kompleks ekosistema koji nisu povezani samo genetički nego i funkcionalno.

PROMENE U EKOSISTEMU POD UTICAJEM ANTROPOGENOG FAKTORA

Čovek svojim načinom života remeti ekološku ravnotežu životne sredine. Intenzivna poljoprivredna proizvodnja, urbanizacija i industrijalizacija konstantno ubrzavaju proces menjanja biosfere usled poremećaja biološke ravnoteže unutar mnogih prirodnih ekosistema. Od mnoštva ekoloških promena, koje su uslovljene antropogenim uticajem, najznačajnije su sledeće:

1. Krčenje i uništavanje šuma na velikim prostranstvima, isušivanje bara, tresetišta, plitkih jezera i delova mora, regulacija vodotoka, izgradnja akumulacija, urbanih celina, velikih industrijskih i agrarnih kompleksa, kao i saobraćajne mreže. Tako se u svetu svakih 5 sekundi iskrči 8 ha šume. Do sredine XX veka posečena je polovina svetskih šuma, a njihova ukupna površina se svake godine smanji za 1–2%, što iznosi 25–50 miliona hektara. Prašuma srednjevekovne centralne Evrope, koju su pretežno činile hrastove šume, je iskrčena i na tim prostorima je formirana kulturna stepa. Slične promene su nastale u Severnoj Americi, gde je šumsko prostranstvo svedeno sa oko 400.000.000 na oko 50.000.000 ha.

Istovremeno na promene uslova života deluje isušivanje močvarnih oblasti, delova mora i regulisanje tekućih voda. Pre dva veka započet je radikalan meliorativni zahvat u našim krajevima isušivanjem plavnih terena u oblasti južnog dela Panonske nizije između Drave, Tise i Dunava na površini od 3.500.000 ha. Ovaj antropogeni faktor je uslovio iščezavanje žarišta i masovnih pojava putničkog skakavca (*Locusta migratoria*) u Panonskoj niziji koji je pre izvođenja ovih meliorativnih zahvata bio veoma zastupljen u močvarama i ritovima doline reke Tisa. Ostalo je samo veće žarište u delti Dunava, odakle povremeno njegova jata lete u susedna područja.

Danas se u našoj zemlji odvodnjava oko 2.000.000 (u Vojvodini oko 800.000 ha), a navodnjava oko 200.000 ha (u Vojvodini oko 80.000), dok se u svetu navodnjava preko 200.000.000 ha što predstavlja 14,5% ukupne obradive površine.

Ovi antropogeni zahvati, a na prvom mestu smanjenje površina pod šumskim pokrivačem, izazivaju promene klimatskih i edafskih uslova sredine. Degradacija prirodnih sistema uslovljava smanjenje plodnosti zemljišta, pre svega usled neracionalnog krčenja šuma i neadekvatnog korišćenja plodnog i obradivog zemljišta. Kao posledica ovih aktivnosti javlja se povećano dejstvo erozije.

Intenzivna i često neracionalna obrada zemljišta narušava stabilnost čitavih predela. Oko 1/3 poljoprivrednog i šumskog zemljišta u nas je manje ili više izloženo eroziji, naročito u brdskim krajevima. Na taj način neracionalna poljoprivredna proizvodnja može da naruši ravnotežu ekosistema.

2. Intenzivan i često prekomeran ribolov i lov utiču na smanjenje brojnosti mnogih organskih vrsta, a često dovode i do njihovog iščezavanja (npr. krznašice itd.). Ova pojava takođe nastaje usled posrednog ili neposrednog negativnog antropogenog uticaja na kvalitet staništa.

3. Uništavanje i istrebljenje „štetočina", kao što su neplanski lov grabljivih vrsta ili primena pesticida, dovodi do poremećaja biološke ravnoteže u složenim odnosima trofičke piramide. Međutim, mnoge „štetne" vrste ptica i sisara imaju veoma značajnu ulogu u regulaciji brojnosti insekata, glodara i drugih štetočina u biljnoj proizvodnji, pa je njihova korisna uloga veća od eventualnih šteta koje mogu da nanesu.

4. Poseban vid ugrožavanja niza životnih zajednica i čitavih ekosistema je unošenje alohtonih biljnih i životinjskih vrsta (patuljasti som, srebrni karaš, kunić, dingo itd.). Introdukovane vrste, posle perioda prilagođavanja u proširenom delu are-

ala, ulaze u fazu ekspanzije i potiskuju autohtone vrste. Tada u ekosistemu dolazi do promena u spletu biocenoloških odnosa, što izaziva ekološke lančane reakcije i može da dovede u pitanje opstanak životne zajednice.

5. Najveće promene u ekosistemima i celukupnoj biosferi nastale su zbog zagađenja koje je prouzrokovano specifičnim načinom života savremenog čoveka. Kao posledica intenzivne industrijalizacije i urbanizacije nastaju raznovrsni otpaci koji zagađaju biosferu. Zagađenje se može definisati kao nepoželjene promene u fizičkim, hemijskim i biološkim svojstvima vazduha, vode i zemljišta. Pod uticajem raznog alohtonog materijala u vidu otpada dolazi do degradacije ekosistema, što danas predstavlja osnovni problem u zaštiti i očuvanju biosfere. Sva zagađenja antropogenog porekla nastaju delovanjem štetnih materija koje se mogu podeliti u tri grupe:

a) Jednostavna ili složena jedinjenja koja se biološki razgrađuju do osnovnih, netoksičnih jedinjenja.

b) Jedinjenja koja se u biosferi ne mogu razgraditi ili se sporo razgrađuju.

c) Otrovne materije.

U prvu grupu spadaju otpadne vode naselja i farmi. Ovakav tip efluenta karakteriše veoma brza razgradnja koja teče do CO_2 i NO_3. Ipak, njihovo razlaganje predstavlja problem u velikim urbanim sredinama gde je zagađenje organskim materijama veće od mogućnosti ekosistema da ih uspešno razgrade (kapacitet samoprečišćavanja).

Za drugu grupu, biološki nerazgradljivih materija, karakteristični su metali, staklo, plastična masa, deterdženti, bifenili i derivati fenola.

U treću grupu zagađivača spadaju toksične materije, jedinjenja teških metala (žive, olova, kadmijuma), pesticidi, razna jedinjenja koja se upotrebljavaju u industriji i poljoprivredi, radioaktivne materije, kao i smese raznih štetnih gasova i čvrstih čestica koje se javljaju u vazduhu iznad gradova (smog).

Različita ljudska aktivnost zagađuje atmosferu, hidrosferu i litosferu. Veoma često isti faktori deluju u raznim delovima biosfere pa se njihovo dejstvo prepliće, a ponekad i potencira.

Celokupna čovekova aktivnost u poljoprivredi ostavlja značajan trag u biosferi. S jedne strane je zagađuje i menja njene ekološke uslove, a sa druge formira specifične i vrlo osetljive ekološke sisteme. Ovako organizovan ekosistem uz favorizovanje određenih organskih vrsta, funkcioniše samo dok je to u interesu čoveka. Antropogeni uticaj predstavlja najveći stepen promena koje se intenzivno šire u celokupnoj biosferi. Tako se prirodne oblasti transformišu u većem ili manjem obimu u kulturne predele i čine životnu sredinu savremenog čoveka. U toku izgradnje novog čovekovog okruženja najveće promene su nastale na nivou kopnenog biljnog pokrivača. Na taj način je čovek, pored osnovnih tipova biljnih zajednica (šumska, travna i pustinjska), koje je veoma izmenio, stvorio još jednu novu – agrarnu. Ova zajednica se kvalitativno razlikuje od originalnih i obuhvata prostore za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju. Novonastali ekosistemi su formirani potiskivanjem ili izmenom autohtonih životnih zajednica i karakterišu se novom kombinacijom organskih vrsta, čija se stabilnost održava permanentnom delatnošću čoveka. Ovako formirane kulturne biocenoze mogu se svrstati u tri osnovne grupe: agrarne, ruderalne i biocenoze gradskih i industrijskih naselja.

Agrarne biocenoze obuhvataju kulturna polja u najširem smislu reči (ratarske i povrtarske kulture, voćnjaci, vinogradi, livade, pašnjaci i dr.), a uglavnom su nastale na mestima iskrčenih šuma. Na taj način šumu zamenjuje kulturna stepa koja u Evropi obuhvata oko 50% ukupne površine. Održavanje ovakvog tipa biocenoze je u potpunoj zavisnosti od antropogenog faktora, a manifestuje se preko sastava, kombinacije i gajenja biljnih vrsta. Sa ovih površina se periodično i sistematski iznosi deo organske produkcije, koja se neposredno ili posredno koristi u ljudskoj ishrani, a delimično se vraća u vidu đubrenja. Intenzivan antropogeni uticaj se takođe ogleda u formiranju agrobicenoza, sa kraćom ili dužom monokulturom uz primenu agrotehničkih mera. U ovakvim uslovima se uz gajene biljne kulture javljaju i neke korovske, kao i životinjske vrste čija je karakteristika široka ekološka valenca u odnosu na dejstvo antropogenog faktora (oranje, đubrenje, žetva itd.). Neke od njih su konstantno prisutne u agrobiotopu, dok se druge javljaju periodično, a zatim iščezavaju u ritmu pojedinih poljskih kultura. Čovek svojom aktivnošću konstantno utiče na gustinu populacija i disperziju dela životinjske zajednice koji se redovno sreće u ovom tipu biotopa. Primena agrotehničkih mera nepovoljno deluje na terestrične organizme smanjujući njihovu

brojnost i biomasu (kišne gliste, insekti, sitni glodari itd.). TISCHLER (1965) navodi da su broj i masa kišnih glista u voćnjacima Holandije koji se ne obrađuju i do deset puta veći u odnosu na voćne zasade sa povremenom obradom zemljišta. Naročito nepovoljno dejstvo na zemljišnu faunu zapaženo je posle primene rotacionih mašina. Tako motokultivator izaziva znatno veću smrtnost kišnih glista nego oranje plugom sa raonikom.

Na tabeli 12 prikazano je variranje brojnosti kišnih glista, a na sl. 117 dinamika brojnosti larvi skočibuba u zavisnosti od obrade zemljišta. Njihova brojnost je najveća u zemljištu na neobrađenim terenima, a na oranicama ih ima više u lucerištima i strnim žitima za razliku od okopavina za koje je karakteristična česta obrada.

Tabela 12. Dinamika brojnosti i biomase kišnih glista zavisno od tipa obrade zemljišta (BALOGH, cit. STANKOVIĆ, 1962)

	broj ind/m^2	biomasa g/m^2
Livada	171,8	135,4
Detelište	57,2	21,2
Njiva (repa)	46,9	18,5

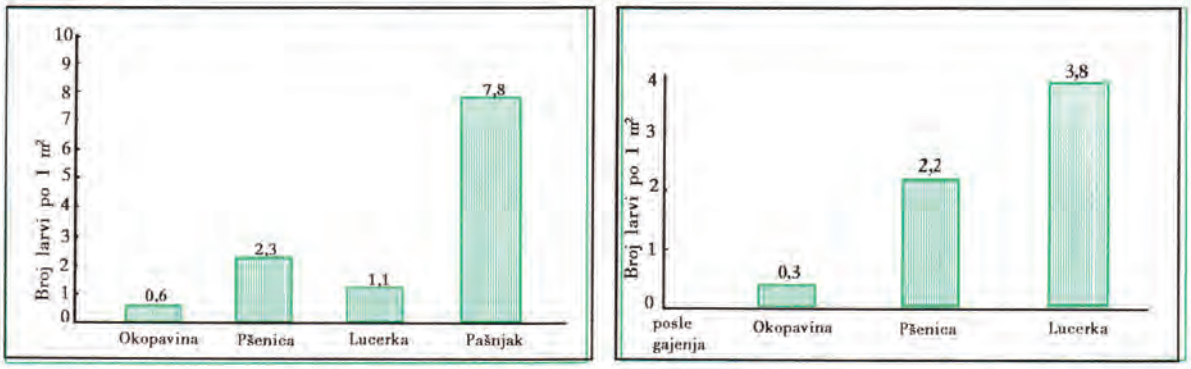
Dakle, najveće promene u zemljištu dešavaju se na parcelama sa jednogodišnjim poljskim i povrtarskim kulturama, za razliku od livada i pašnjaka gde se antropogeno dejstvo manifestuje samo košenjem i ispašom. Na nivou agrobiocenoze se, na prvom mestu, koristi primarna produkcija (biljke) pa je tehnologija proizvodnje usmerena u pravcu potiskivanja potrošača (sa izuzetkom domaćih životinja na pašnjacima). Zbog toga se agrarna biocenoza po svom tipu može definisati kao autotrofni kompleks.

Ruderalne biocenoze su novoformirane zajednice nastale na izmenjenom biotopu čija se organska produkcija ne koristi. Sastav organskih vrsta ovih zajednica nije pod neposrednim i svesnim uticajem čoveka iako one nastaju u blizini naselja na neobrađenim površinama, depoima čvrstog otpada, uz puteve, železničke nasipe, na ruševinama napuštenih ljudskih naselja itd. Organske vrste koje naseljavaju ove biotope karakteriše visoka ekološka plastičnost, zbog njihove prilagođenosti na široku amplitudu kolebanja abiotičkih faktora, koja je mnogo veća u odnosu na agrobiocenozu.

Biocenoze gradskih i industrijskih naselja nastale su na posebnim biotopima u specifičnim uslovima života. Njih odlikuje oskudna vegetacija i mogu se definisati kao „kulturna pustinja", koja se od prirodne pustinje razlikuje kako klimatskim uslovima tako i strukturom. Specifična staništa, sa posebnim mikroklimatskim uslovima naseljena raznim životinjskim organizmima predstavljaju stambene građevine (potkrovlja, spratovi, terase, podrumi), drvoredi, aleje, travnjaci, parkovi, vrtovi, groblja itd.

Kulturni ekosistemi savremenog čoveka se veoma razlikuju po svojim osobinama, ali svi imaju zajedničku karakteristiku u okviru koje se, zbog konstantnog dejstava i kontrole, onemogućuje proces prirodnih sukcesija i stalno se održavaju na nivou pionirske biljne zajednice. Formiranje i održavanje kulturnih ekoistema prolazi kroz sledeće faze:

1. Potpuno uklanjanje ili transformacija originalnih biocenoza



Slika 117. levo – brojnost larvi skočibuba na raznim kulturama i na neobrađivanim terenima Vojvodine (ČAMPRAG, 1994), desno – brojnost larvi na raznim kulturama u severozapadnoj Mađarskoj (TOTH, cit. ČAMPRAG, 1994)

2. Uvođenje potpuno nove fitocenoze u okviru koje se javljaju novi potrošači (konzumenti) i tako nastaju nove životne zajednice

3. Održavanje novonastale biocenoze omogućeno je sprečavanjem procesa prirodne sukcesije

4. Sistematsko uklanjanje jednog dela organske „produkcije, uz delimičnu nadoknadu iznetih materija u vidu đubriva

Izgradnjom kulturne prirode čovek stvara povoljne uslove za život ne samo gajenim biljkama i domaćim životinjama, nego i drugim organskim vrstama. Tako je velik broj životinjskih vrsta vezan za ljudska naselja (bubašvaba, domaći cvrčak, domaća stenica, moljac, domaća muva, seoska i gradska lasta, domaći vrabac, golub, roda, domaći miš, crni i sivi pacov). Redovni članovi ekosistema livada, pašnjaka i njiva su poljska jarebica, prepelica, gačac, svraka, poljska ševa, rovčica, poljski miš, njivska voluharica, hrčak i dr. Monokultura, koja je formirana na ograničenom prostoru, omogućuje povećanje brojnosti populacija štetnih insekata čija ishrana zavisi od gajene biljke (biljke hraniteljke). Kukuruz u monokulturi pruža dobre uslove za masovno razmnožavanje kukuruzne pipe, kukuruzne zlatice, korenovih vaši i dr. Monokultura pšenice omogućuje intenzivano razmnožavanje žitnog bauljara, žitnih pivaca, korenovih vaši itd. Kulturna biocenoza je rezultat korenitih i dugotrajnih promena koje su nastale u procesu razvoja civilizacije. Ove promene su prouzrokovale pojavu potpuno novih biotopa i novih životnih zajednica i one predstavljaju najintenzivniji oblik korišćenja prirodnih resursa.

AGROEKOLOGIJA

Agroekologija je nauka koja proučava odnose izmedu organizama poljoprivredne životne zajednice i poljoprivrednog staništa. Poljoprivredna životna zajednica ili agrobiocenoza je proizvodna životna zajednica različitih organizama u jednom agrobiotopu (poljoprivrednom staništu). Za poljoprivredni proizvodni prostor karakteristični su još i poljoprivredna sinuzija (agrosinuzija) i poljoprivredni ekološki sistem (agroekosistem).

Poljoprivrednu ekologiju je kao nauku utemeljio italijanski ekolog ACI (AZZI) 1920. godine, a 1921. je formirao katedru za agroekologiju na Poljoprivrednom fakultetu u Perudi. Od 1924. godine ova disciplina se prvi put izučava kao poseban predmet.

AGROBIOTOP

Agrobiotop se formira na poljoprivrednom prostoru i predstavlja specifičan tip staništa u odredenim uslovima zemljišta, reljefa i klime sa stalnim delovanjem antropogenog faktora. To su homogena područja u kojima deluje ujednačen kompleks abiotičkih faktora. Veličina ovih prostornih jedinica je u uskoj zavisnosti od reljefa, pa su za ravničarske predele karakteristični agrobiotopi većih dimenzija. Raznovrsnost agrobiotopa je u uskoj povezanosti sa različitim vidovima poljoprivredne proizvodnje koja je prouzrokovana sastavom gajenih biljaka (vrste i sorte). To uslovljava regionalnost biljne proizvodnje, što predstavlja osnovu poljoprivredne reonizacije. Istovremeno, organizacija poljopivredne proizvodnje je tokom istorije usklađena sa karakteristikama agrobiotopa.

Da bi se ublažio nepovoljan uticaj abiotičkih faktora (pre svega klime) formiraju se specifični agrobiotopi sa delimično ili popuno kontrolisanim uslovima kao što su staklenici, plastenici i tople leje. Ovakav tip biotopa omogućuje biljnu proizvodnju tokom cele godine, a zahvaljujući specifičnim mikroklimatskim uslovima ostvaruje se više žetvi ili berbi.

AGROBIOCENOZA

Agrobiocenoza je proizvodna životna zajednica različitih organizama jednog agrobiotopa koju čine glavni i sporedni članovi. Glavni članovi su nosioci poljoprivredne proizvodnje (kulturne biljke, domaće životinje i čovek), a sporedni se javljaju nezavisno od čovekove volje, kao pratilački kompleks i uglavnom su štetni (korovi, uzročnici biljnih bolesti, štetni insekti, ptice, glodari i drugi). Medu sporednim članovima ima i korisnih kao što su kišna glista, pčela, bubamara, bumbar, svilena buba, jež i mnogobrojne vrste predatora i parazita koje su prirodni neprijatelji štetnih insekata i dr. U agrobiocenozi konstantno deluje uzajamna zavisnost izmedu čoveka, gajene biljke i domaćih životinja. Neophodnost prisustva antropogenog uticaja toliko je značajna da većina članova ne može opstati izvan ovakvog tipa životne zajednice. Organska materija se u agrobiocenozi proizvodi, troši i razgrađuje od strane njenih članova koji se mogu podeliti u tri grupe:

1. Proizvođači (biljke, domaće životinje i čovek)
2. Potrošači (čovek, domaće životinje i životinjski organizmi iz pratilačkog kompleksa)
3. Razlagači (mikroorganizmi i zemljišna fauna)

Broj gajenih biljaka, koje ulaze u sastav agrobiocenoze je relativno mali – svega oko 600 vrsta, dok je broj domaćih životinja još manji. S druge strane, broj sorata kulturnih biljaka i rasa domaćih životinja je mnogo veći, a njihov odbir je usklađen sa uslovima koji vladaju na nivou agrobiocenoze sa ciljem da se ostvari što veća proizvodnja. Selekcijom kvalitetnijih i otpornijih sorata kulturnih biljaka i rasa domaćih životinja povećava se produkcija poljoprivredne biocenoze.

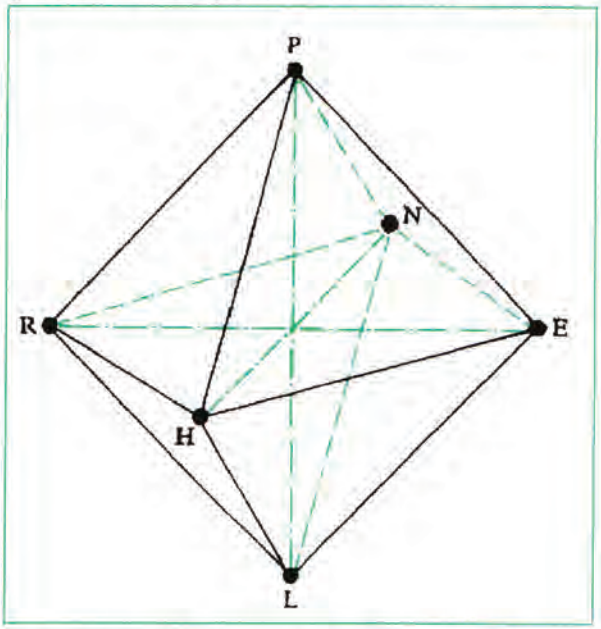
Čovek je organizator agrobiocenoze i konstantno održava dinamičku ravnotežu između njenih članova. On unosi gajene biljke i domaće životinje, a u isto vreme suzbija prekomernu brojnost članova pratilačkog kompleksa, koji mogu da nanesu štete katastrofalnih razmera (epidemije i pandemije biljnih i stočnih bolesti, velike najezde štetnih insekata, vrana, poljskih vrabaca, poljskih miševa i dr.). Intenzivnija biljna proizvodnja smanjuje raznovrsnost i brojnost populacija pojedinih vrsta pratilačkog kompleksa, kao i negativne posledice koje mogu biti prouzrokovane njihovom aktivnošću. Istovremeno, forsiranjem sorata pojedinih biljnih kultura i rasa domaćih životinja posredno dolazi i do selekcije štetočina koje su značajne za poljoprivrednu proizvodnju. Uvođenje novih članova u agrobiocenozu ili eliminacija postojećih može da izazove poremećaj biološke ravnoteže. Poznati su primeri introdukcije mungosa na Pelješcu i kunića u Australiju, kao i neuspelo uništavanje vrabaca u Kini.

AGROSINUZIJA

Agrosinuzija je uža biljna zajednica – mikrofitocenoza, koja predstavlja manji deo poljoprivrednog proizvodnog prostora. Ova zajednica se prostire u okviru agrobiotopa, odnosno agrobiocenoze, i karakterišu je homogenost ekoloških uslova i isti tip proizvodnje. Poljoprivredne sinuzije sa specifičnim obeležjem su oranice, povrtnjaci, voćnjaci, vinogradi, livade, pašnjaci itd. Agrosinuzije su osnovni nosioci poljoprivredne proizvodnje.

AGROEKOSISTEM

Zemljište privedeno poljoprivrednoj proizvodnji je specifičan ekosistem-agroekosistem. To je složena i usklađena celina agrobiocenoze i agrobiotopa između kojih postoje čvrsti uzajamni odnosi i uticaji. Istovremeno, agroekosistem se preklapa sa drugim sistemima koji uključuju prirodne i društvene oblasti. Za razliku od prirodnih ekosistema, ljudsko društvo sa svojom ekonomijom i socijalnim institucijama, kao glavnim delatnostima, čini antropogeni ekosistem koji se održava aktivnošću čoveka na osnovu zakona prirode. Ovu integrisanu celinu karakteriše dinamički mehanizam, sa specifičnom strukturom i funkcijom i predstavlja društveno-ekonomsko-prirodni kompleks ekosistema (Social-Economic-Natural Complex Ecosystem – SENCE) koji se može prikazati u vidu oktaedra (sl. 118, MA, 1987).



P: Produkcija; L: Živi svet; R: Resursi (ulaz); E: Sredina (izlaz); H: Ljudska populacija (kontrola); N: Priroda (regeneracija)

Slika 118. Shematski prikaz strukturno-funkcionalnih relacija društveno-ekonomsko-prirodnog kompleksa ekosistema (MA i sar. 1987)

Vršne tačke H (ljudska populacija), P (produkcija), L (živi svet), R (resursi), E (životna sredina) i N (priroda) predstavljaju kontrolu, proizvodnju, životne zajednice, materijalne i energetske resurse, kruženje materije i protok energije, redukcione i regeneracione procese. Integralno delovanje ovih komponenti može se razvrstati u tri grupe:

1. Socijalna funkcija – kontrola, proizvodnja i živi svet

2. Ekonomska funkcija – proizvodnja, resursi i materijalno-energetski transfer (metabolizam ekosistema)

3. Prirodna funkcija – resursi, metabolizam ekosistema i redukcioni procesi

Ove tri funkcije su u međusobnoj zavisnosti i uključene su u složene odnose kompleksa dru-

štveno-ekonomsko-prirodnog ekosistema koji mogu biti sledeći:

a) Unapređenje, održanje, adaptacija i rekonstrukcija odnosa između čoveka i prirode

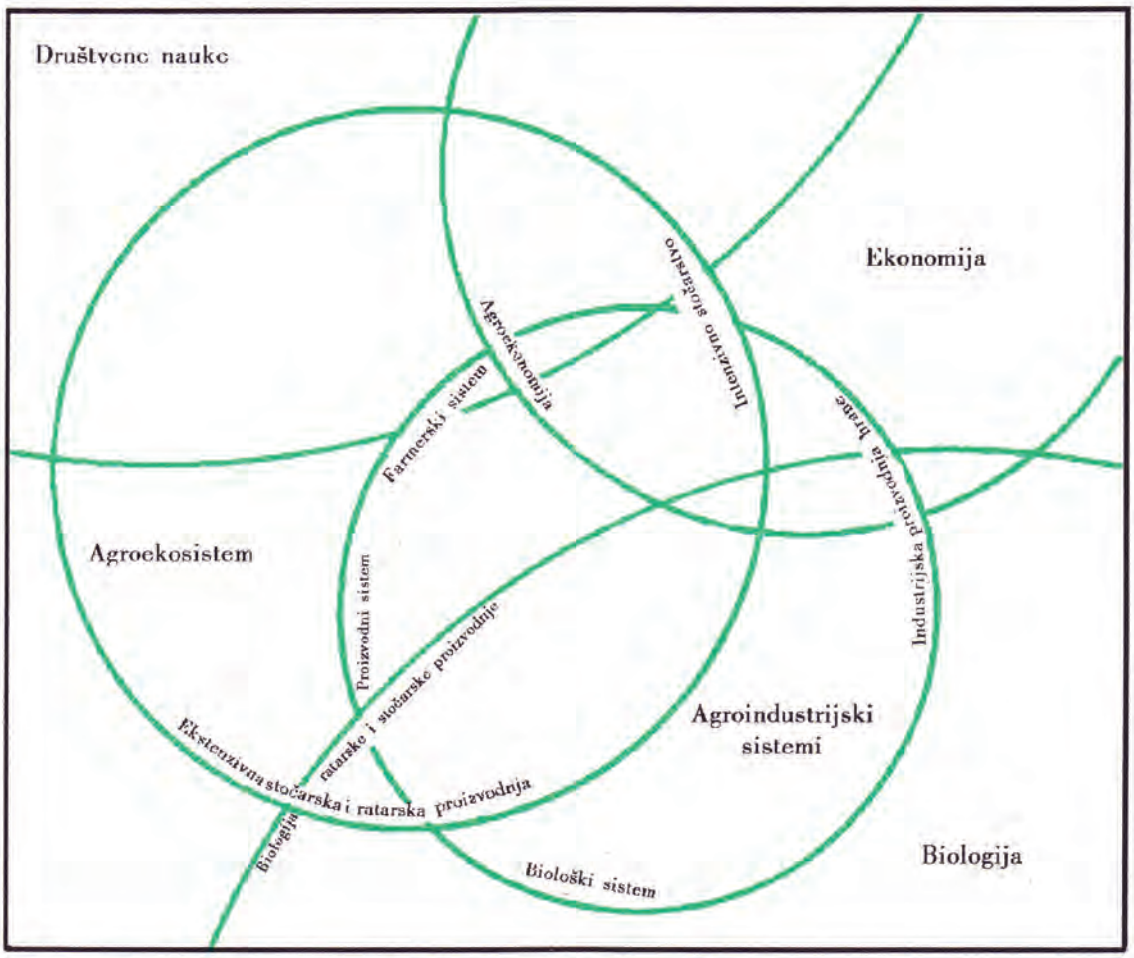
b) Veza između čoveka i prirodnih resursa kroz eksploataciju, korišćenje, obradu i skladištenje produkata iz prirodnih i energetskih izvora

c) Odnos ljudske populacije prema prirodi kroz kompeticiju i simbiozu u cilju njenog „pokoravanja" i „potčinjavanja" (svest o potrebi zaštite životne sredine).

Funkcionisanje kompleksa društveno-ekonomsko-prirodnog ekosistema može se determinisati kao trodimenzionalna veza na relacijama čovek-priroda (H-N), živi svet-produkcija (L-P) i resursi-životna sredina (R-E).

Prema tome, poljoprivredni ekosistem, kao integralni deo društveno-ekonomsko-prirodnog ekosistema (SENCE) je sa jedne strane pod uticajem dejstava zakonitosti fundamentalne biologije, a sa druge na njega utiče društveno-ekonomska delatnost (sl. 119).

Životni uslovi koje pruža agrobiotop direktno utiču na sastav i produktivnost agrobiocenoze. Pravilnim izborom vrsta i sorata gajenih biljaka, primenom odgovarajućih agrotehničkih mera kao i popravkom uslova u agrobiotopu, uz poštovanje osnovnih ekoloških osobina datog područja, po-



Slika 119. Agroekosistem i njegova povezanost sa drugim sistemima (SPEDDING, 1971)

ljoprivredni ekosistem može biti stabilniji, a agrobiocenoza produktivnija. Međutim, ukoliko reljef, zemljište i klima biotopa nisu povoljni za biljnu proizvodnju, takav agroekosistem nije stabilan, što povećava rizik u proizvodnji. Smanjenje rizika se može postići primenom raznih mera kojima se poboljšavaju uslovi u agrobiotopu i to u vidu korekture reljefa, popravljanja osobina zemljišta, navodnjavanja, odvodnjavanja, podizanja pojaseva za zaštitu od vetra, zatravljivanja i pošumljavanja nagiba, posebnog načina obrade zemljišta i gajenja biljaka na nagibima.

Prema podacima FAO i Statističkog godišnjaka Jugoslavije ukupna površina poljoprivrednih ekosistema u svetu iznosi 1.449.000.000 ha, u našoj zemlji 4.686.000 ha, a u Vojvodini 1.792.000 ha.

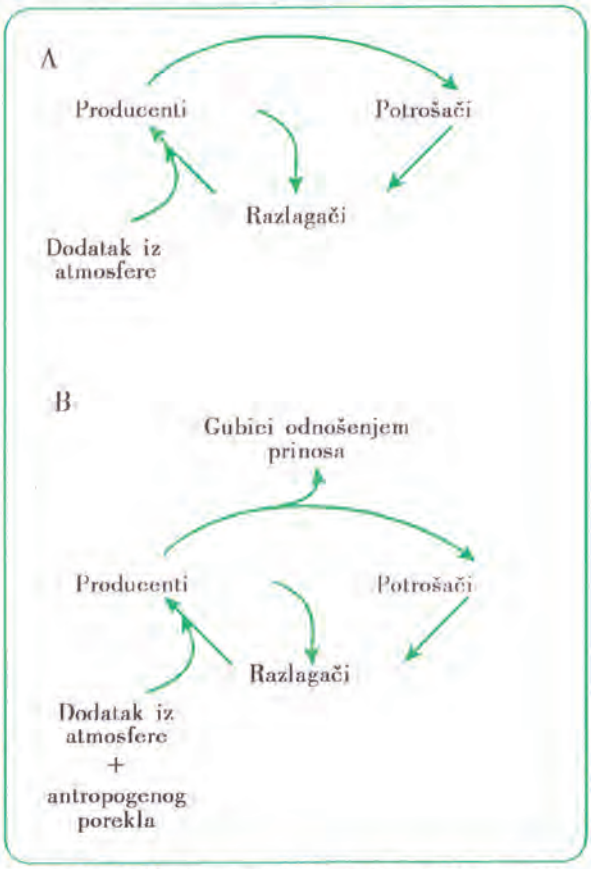
Glavno obeležje agroekosistema je njihova neposredna povezanost sa permanentnom aktivnošću čoveka koja ih održava, a razvoj i transformacija zavise od nivoa poljoprivredne proizvodnje. Međutim, oni sadrže sve osnovne karakteristike i u njima vladaju iste zakonitosti kao i u prirodnim ekosistemima. Svi članovi poljoprivrednog ekosistema su međusobno povezani lancima ishrane, ali za razliku od prirodnih ekosistema prostorno su odvojeni. Čovekova aktivnost u manjoj ili većoj meri ima uticaja na sve tri osnovne komponente (proizvođači, potrošači i razlagači), uključujući kruženje materije i protok energije.

Najvažnije delovanje antropogenog faktora u formiranju agroekosistema odvija se na nivou potrošača. Razvoj poljoprivrede i formiranje agroekosistema uslovljavaju devastaciju originalnih terestričnih (i akvatičnih ekosistema) u cilju dobijanja adekvatnih površina za gajenje malog broja odabranih biljnih vrsta. Da bi omogućio njihov uspešan razvoj i dobio što veći prinos, čovek isključuje konkurentske vrste i na taj način uništava prirodne fitocenoze. Intenzivni razvoj civilizacije, uključujući i poljoprivrednu proizvodnju, prouzrokovao je eliminaciju velikog broja biljnih i životinjskih vrsta, što je uticalo na smanjenje biodiverziteta.

Novonastale promene na nivou kruženja materije i protoka energije koje dovode do poremećaja ravnoteže ekosistema, uz upliv raznovrsnog alohtonog materijala u vidu polutanata i drugih vidova opterećenja antropogenog porekla, negativno deluju na aktivnost razlagača, što uslovljava nepotpunu mineralizaciju i sprečava potpuno oslobađanje vezane energije. Za razliku od prirodnih fitocenoza, u kojima se koristi manji deo sintetisane biomase, na nivou antropogenih biljnih zajednica čovek upotrebljava gotovo celokupnu produkciju gajenih biljaka. Tako iznošenjem produkata biljne proizvodnje dolazi do ispoljavanja manje biogenosti zemljišta.

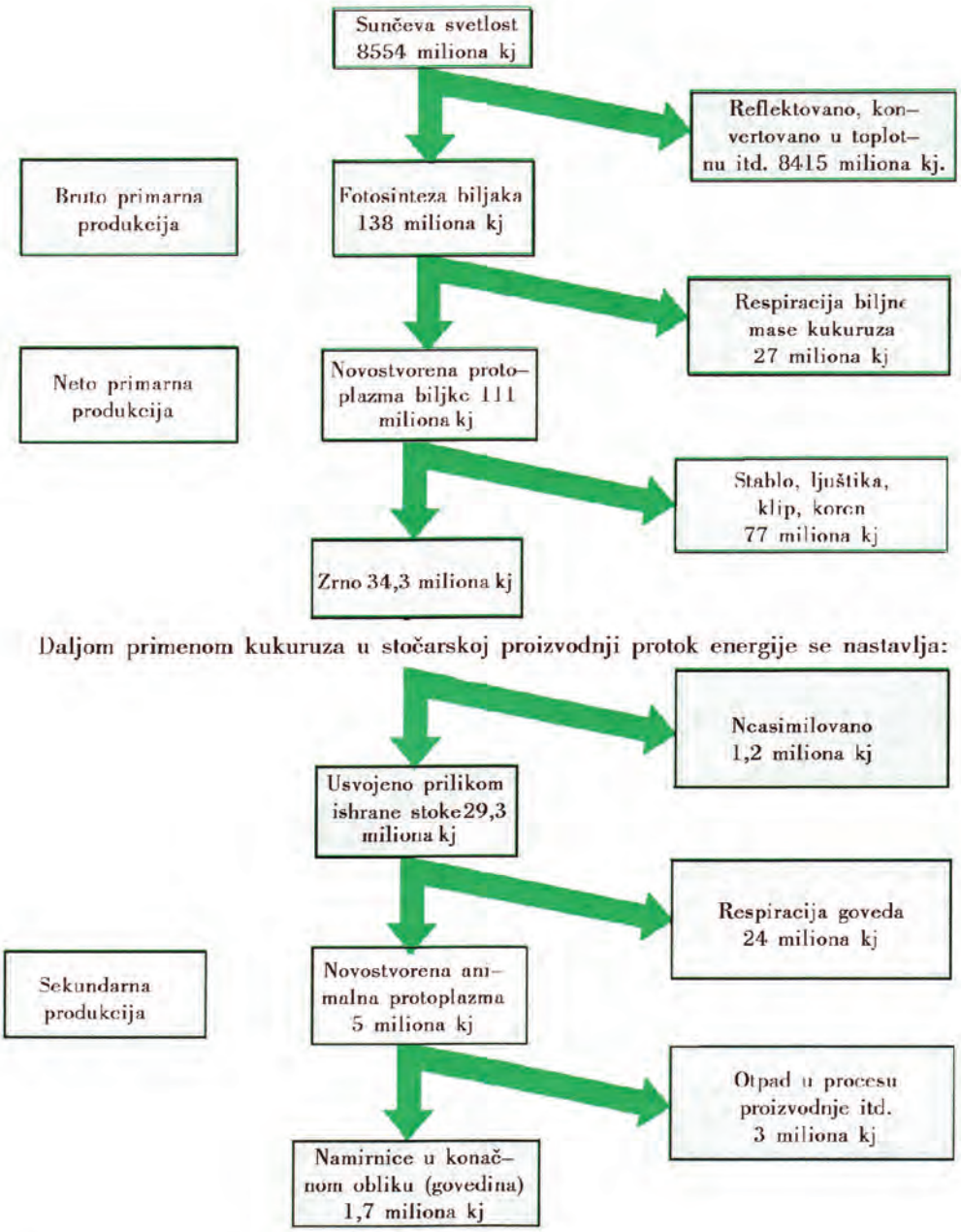
Poremećaj ekološke ravnoteže agroekosistema takođe može biti prouzrokovan spaljivanjem žetvenih ostataka (slama, kukurzovina itd.), kao i gajenjem biljnih sorata sa malom biomasom ostataka.

Gubitak materije u poljoprivrednim ekosistemima, usled prekidanja njenog prirodnog toka kruženja, delimično se nadoknađuje unošenjem organskih đubriva, stajnjaka, komposta, zelenog đubriva itd. Racionalna poljoprivredna proizvodnja, a posebno zemljoradnja, zahtevaju povraćaj odnosno nadoknadu oko polovine biomase u vidu žetvenih ostataka ili organskih đubriva (sl. 120).

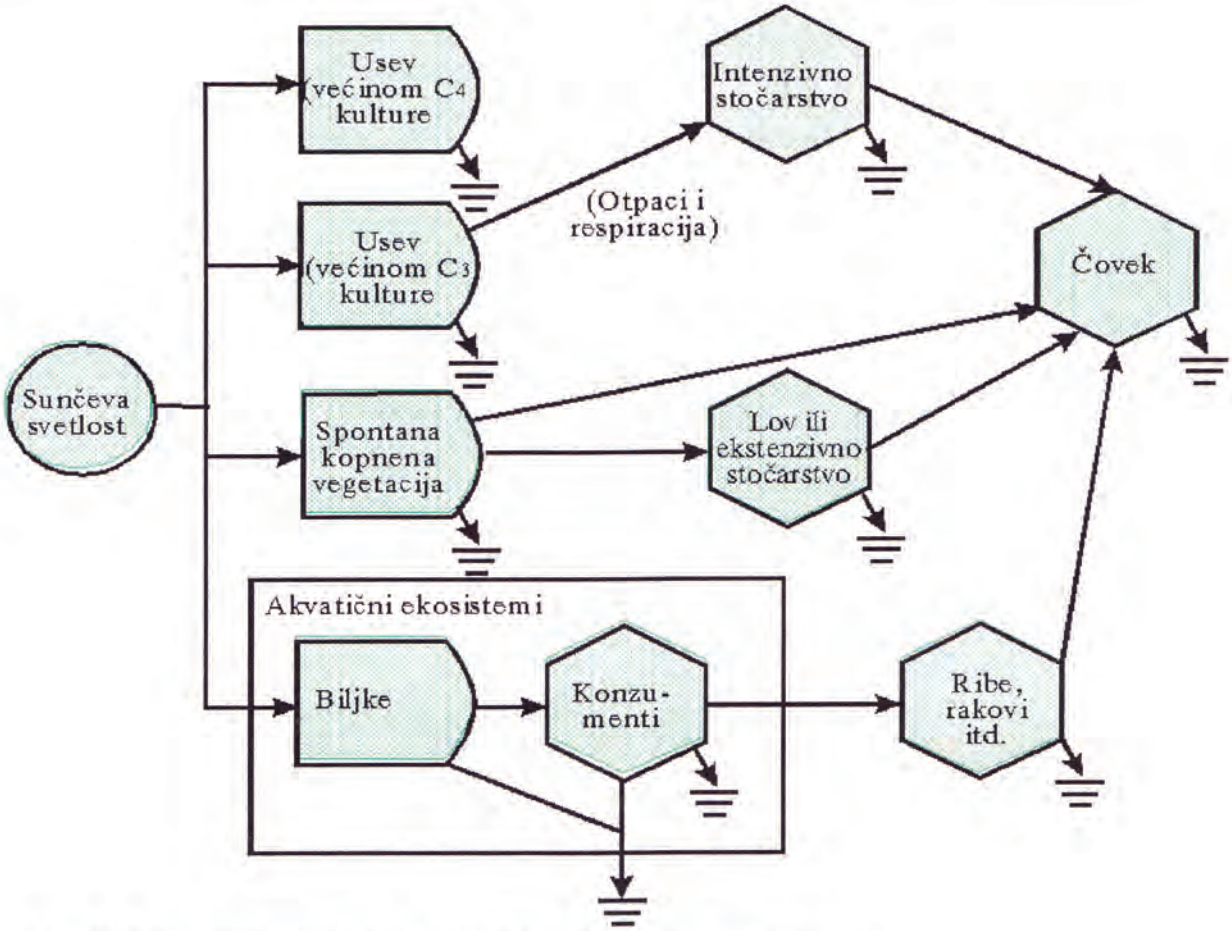


Slika 120. Kruženje materije u prirodnim (A) i agroekosistemima (B) (iz KASTORIJA, 1995)

Energija koja se nakuplja u zelenoj masi biljaka tokom vegetacionog perioda, prilikom žetve se prenosi iz agrobiotopa do mesta njenog daljeg korišćenja. Na sl. 121 prikazan je protok energije na jednoj parceli kukuruza tokom vegetacione sezone i njen dalji put u stočarskoj proizvodnji do finalnog proizvoda. Od 8.554 milona KJ koji u vidu energije sunčeve svetlosti dospe na površinu od 1 ha, biljke u procesu fotosinteze ugrade u zrno 34,3 miliona KJ. Daljim uključivanjem zrna



Slika 121. Tok energije u jednom segmentu poljoprivredne prizvodnje – na kukuruznom polju i stočarskoj prizvodnji (iz BREWER-a, 1994)



Slika 122. Protok energije od Sunca do ljudske populacije (iz BREWER-a, 1994)

kukuruza u ishranu krava za sintezu protoplazme asimiluje se 29,3 miliona KJ, od kojih se u nove ćelije ugrađuje svega 5 miliona KJ, da bi u konačnom proizvodu klanične industrije bilo deponovano samo 1,7 miliona KJ.

Tok energije od Sunca do čoveka može se prikazati preko transporta energije putevima koji vode preko kopnenih i vodenih ekosistema (sl. 122). Glavni primarni producenti u terestričnim ekosistemima su gajene biljke koje putem fotosinteze vezuju ugljenik C_4 (kukuruz, sirak, šećerna trska) ili C_3 (većina naših ratarskih kultura), kao i spontana vegetacija pašnjaka. U akvatičnim ekosistemima kao glavni producenti javljaju se fitoplanktonski organizmi i makrofitska vegetacija. Od primarnih producenata energija teče ka konzumentima (stočarska i živinarska priozvodnja, ribarstvo itd.) i dalje prema čoveku u vidu hrane.

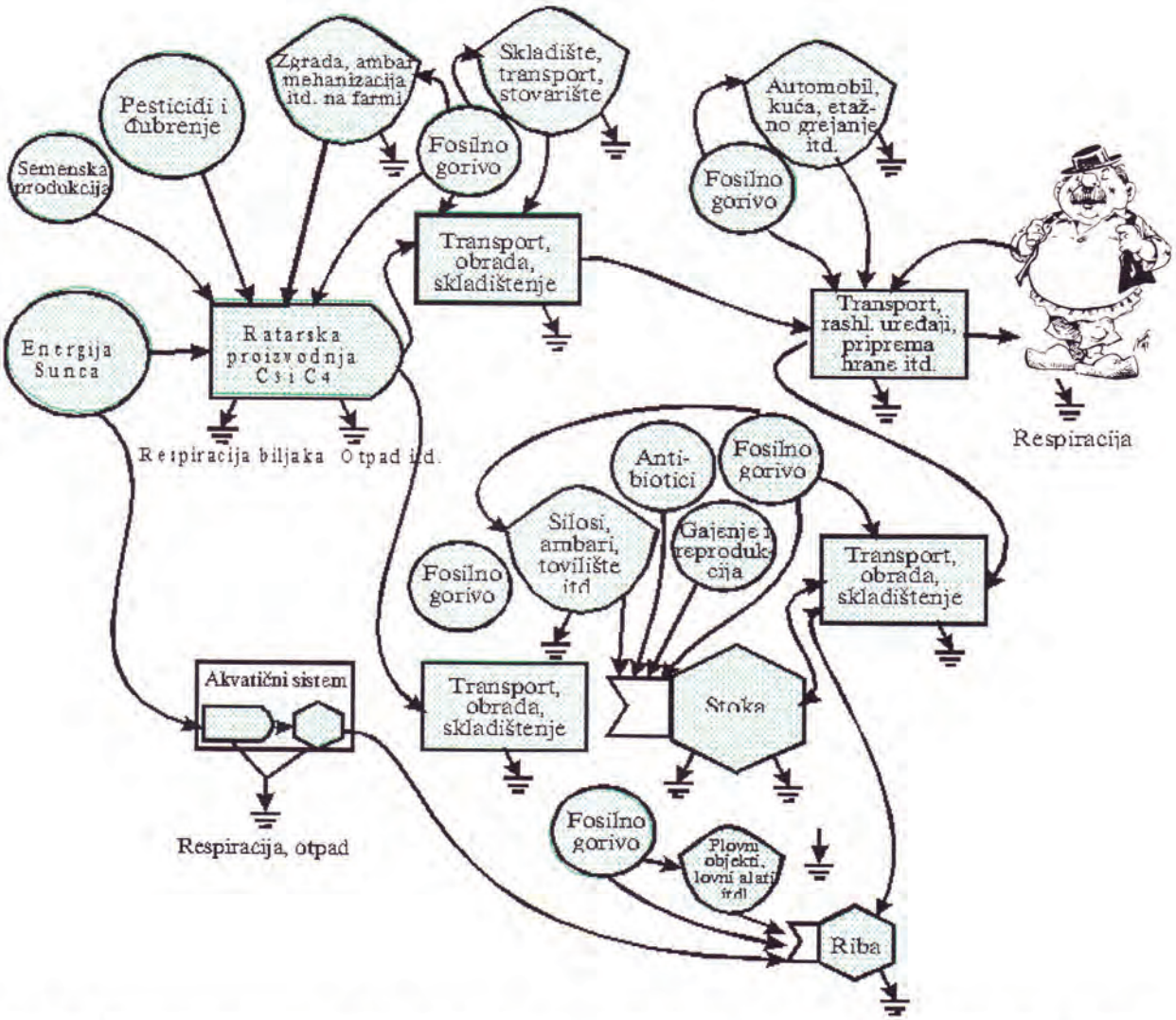
Pored sunčeve energije, u biomasu kulturnih biljaka ugrađuje se i dopuska energija koja se upotrebljava u obradi zemljišta (gorivo), produkciji semenskog i sadnog materijala kao i u procesu proizvodnje mineralnih đubriva i pesticida. Udeo dopunske energije u ukupno utrošenoj energiji koja je vezana u biosintetisanoj biljnoj masi je u uskoj zavisnosti od tehnološkog nivoa poljoprivredne proizvodnje (sl. 123).

Savremena poljoprivredna proizvodnja još uvek koristi tolerantnu količinu dopunske energije u odnosu na ukupnu biosferu. U razvijenim zemljama, tokom poslednjih pedesetak godina, utrošak energije u biljnoj proizvodnji znatno se uvećao, čemu je pre svega doprinela intenzivna primena mineralnih đubriva, pesticida, meliorativni zahvati (navodnjavanje i odvodnjavanje), proizvodnja semenskog materijala i viši nivo mehanizacije. Izuzetak čini živi rad koji je sa preko pet

puta manje energije uložen u savremenu biljnu proizvodnju (tab. 13)

Visoka cena ulaganja u dopunsku energiju kao i povećana potencijalna opasnost koja nastaje usled različitih vidova njene primene (agrotehničke mere) uticale su da razvoj poljoprivrede ima tendenciju minimalnog utroška dopunske energije, koji se postiže optimalnim korišćenjem prirodnih uslova i gajenjem biljaka i domaćih životinja sa najvećim genetskim potencijalom, u cilju postizanja maksimalne proizvodnje.

Humana populacija svojom delatnošću (antropogeni faktor) konstantno menja prirodu. Svaka promena koju čovek prouzrokuje u ekosistemu praćena je nizom drugih promena koje nastaju kao posledica prethodnih. U okviru spleta složenih odnosa u ekosistemu čovek prouzrokuje lančane reakcije koje se odvijaju u skladu sa biocenološkim zakonitostima, često sa nepredvidivim i nepovoljnim posledicama. Tako COMMONER (1971) u svom „prvom zakonu o ekologiji navodi kako je u prirodi sve međusobno povezano i posebno ističe da *ako taknemo jedan deo*



Slika 123. Pojednostavljen prikaz protoka energije na nivou agroekosistema u procesu proizvodnje hrane (iz BREWER-a, 1994)

Tabela 13. Potrošnja energije u proizvodnji žitarica – KJ/ha (iz BREWER-a, 1994)

Ulaz energije	1945.	1990.
Živi rad	125.000	23.000
Mehanizacija	1.800.000	4.100.000
Gorivo	5.434.000	4.030.000
Azot	588.000	12..870.000
Fosfor	106.000	1.910.000
Kalijum	52.000	970.000
Seme	340.000	2.100.000
Navodnjavanje	190.000	7.160.000
Insekticidi	–	400.000
Herbicidi	–	1.610.000
Odvodnjavanje	100.000	4.960.000
El. energija	320.000	360.000
Transport	200.000	365.000
Ostalo	–	540.000
Total	9.255.000	41.275.000
Žetva	34.272.000	110.880.000

ekosistema mi se na neki način dotičemo i njegovog preostalog dela. Proces oporavka oštećenog ekosistema je veoma složen i skup, a rezultati su često neizvesni i uglavnom ne dovode do povratka u prethodno stanje (CAIRNS, 1980).

OSNOVNE KARAKTERISTIKE I ODRŽAVANJE AGROEKOSISTEMA

Sa ekološke tačke gledišta savremeni način korišćenja prirode (zemljišta) manifestuje se preko dveju osnovnih karakteristika:

1. Permanentno i sistematsko usmeravanje biocenotičkih procesa u životnim zajednicama sa ciljem da se poveća produkcija kulturnih biljaka i domaćih životinja. Kroz tu aktivnost se u najvećoj meri postiže formiranje novih kulturnih zajednica, posebno agrarnih.

2. Ubrzavanje i promena toka u okviru kruženja materije i protoka energije na nivou ekosistema. Intenziviranje ovih procesa najbolje se ispoljava savremenim korišćenjem agrobiotopa. Obrada i navodnjavanje ubrzavaju procese razlaganja organskih materija do mineralnih koje zelene biljke neposredno koriste. Istovremeno se olakšava i ubrzava usvajanje nutrijenata od strane gajenih biljaka. U nativnim životnim zajednicama, za razliku od agrobiocenoza, materijalna transformacija i protok energije se sa aspekta čovekovih potreba odvijaju znatno sporije ili čak sa izvesnim odstupanjima odnosno zastojima. Tako je npr. u sušnim predelima zemljište slabo produktivno iako je bogato hranljivim solima. Međutim, navodnjavanjem i obradom ono može postati plodno. Istovremeno, korišćenjem agrobiocenoza u njima se menjaju tok i kruženje materije. Čovek putem žetve iznosi velik deo organske materije iz ekosistema i na taj način je isključuje iz kruženja u biotopu gde je produkovana. Izneta količina organske materija mora biti u vidu đubriva vraćena u ekosistem jer bi u suprotonom njegova produkcija bila veoma brzo smanjena. Kompleksna aktivnost čoveka u održavanju metabolizma agroekosistema manifestuje se kroz primenu agrotehničkih mera.

AGROTEHNIČKE MERE

Primena agrotehničkih mera, pored pripreme zemljišta za gajenje poljoprivrednih kultura, ima značajnu funkciju u integralnoj zaštiti u cilju sprovođenja kompleksnog programa suzbijanja štetočina i parazita u biljnoj proizvodnji. Ove mere se u suštini svode na formiranje uslova koji će biti manje pogodni za egzistenciju štetočina uz istovremeno favorizovanje uslova za parazitske, predatorske i druge korisne vrste. Međutim, agrotehničke mere mogu u izvesnim slučajevima da imaju suprotno dejstvo koje se ogleda ne samo u favorizovanju uslova za napad nekih štetočina (npr. kod kukuruza – kukuruznog plamenca ili kukuruzne sovice) nego i u smanjenju brojnosti korisnih članova pedofaune, kao što su npr. kišne gliste. Ova grupa prstenastih glista je u Srbiji zastupljena sa 67 vrsta (u Vojvodini je konstatovano 24, MRŠIĆ, 1991). U području Vojvodine ĐUKIĆ (1978) konstatuje da livadska crnica i degradirani černozem predstavljaju pogodniju životnu sredinu za ove organizme u odnosu na slatine pošto su ove siromašne humusom. Najveća brojnost jedinki utvrđena je u zemljištu polja pod pšenicom, gde se tokom dužeg perioda ne izvodi obrada zemljišta i ne primenjuju pesticidi. Zatim sledi kukuruz, a najmanja brojnost individua zabeležena je na repištima gde se hemijska sredstva za zaštitu bilja najviše koriste (tab. 14).

Agrotehnika se sprovodi gotovo tokom cele godine (a ne samo za vreme vegetacionog perioda) i obuhvata čitav niz mera kao što su obrada zemljišta, setva i njena struktura, plodored, đubrenje, navodnjavanje, uništavanje korova, berba i žetva.

Obrada zemljišta obuhvata veći broj operacija (oranje, tanjiranje, drljanje, kultiviranje, lju-

Tabela 14. Kvantitativna zastupljenost individua *Oligochaeta* u Vojvodini u zemljištu polja pod raznim kulturama (ĐUKIĆ, 1978)

Pokazatelji brojnosti	Broj jedinki po 1 m²				
	Kukuruz		Šećerna repa		Pšenica
	Livadska crnica	Slatina	Livadska crnica	Slatina	Degradirani černozem
Variranje brojnosti tokom vegetacije	18-88	12-56	8-52	4-28	40-176
Prosečna brojnost	51	26	29	11	130

štenje strnjike i dr.) koje se međusobno dopunjuju i uslovljavaju a imaju cilj da obezbede optimalno fizičko stanje tla. Sistem obrade ima regionalni karakter zavisno od klime, tipa zemljišta, plodoreda, đubrenja itd. Obradom zemljišta dolazi do promena vodnog i vazdušnog režima na koje su često osetljive mnoge štetočine, naročito za vreme razvića. Tako usled kolebanja mikroklimatskih uslova gornjeg oraničnog sloja, naročito u pogledu hidrotermičkog režima, dolazi do masovnog uginjavanja jaja i ispilelih larvi mnogih higrofilnih vrsta štetnih insekata.

Oranjem se na površinu zemlje izbacuje velik broj jedinki raznih štetnih insekata koji naročito u stadijumu lutke postaju plen ptica i drugih predatora, a njihova jaja propadaju zbog isušivanja. Na mehaničke povrede, nastale prilikom obrade zemljišta, su veoma osetljiva jaja koja pucaju na dodir i larve, posebno u periodu preobražaja. Duboko oranje izvedeno u periodu masovnog polaganja jaja i pojave mladih gusenica podgrizajućih sovica snižava njihovu brojnost do 93%.

U literaturi ima mnogo podataka o uticaju obrade zemljišta na dinamiku brojnosti skočibuba. Bolji rezultati u smanjenju gustine populacija ovih štetočina postižu se dubljom, češćom i blagovremenom primenom obrade zemljišta. Oranjem na 20–22 cm dubine postižu se 2,3 puta bolji rezultati nego tanjiranjem (tab. 15).

Najveća efikasnost u suzbijanju mnogobrojnih vrsta štetočina se postiže ljuštenjem strnjike i dubokim oranjem. Najbolji rezultati postižu se primenom oruđa koje razbija grudve i mrvi zemlju. JAKOVLJEV (1963) u sedmogodišnjim ogledima konstatuje najmanju brojnost larava skočibuba na parcelama koje su orane na 20-22 cm dubine (tab. 16).

Tabela 15. Uticaj načina obrade zemljišta na brojnost larvi skočibuba *Elateridae* (JAKOVLJEV, 1963)

Vrsta obrade	Dužina trajanja obrade u godinama	Brojnost larvi po m²		
		Selatosomus latus	*Agriotes sputator*	Ukupno
Obično oranje na 20-22 cm	4	1,0	0,5	1,5
Tanjiranje zemljišta	4	2,5	2,5	5,0

Tabela 16. Uticaj različite osnovne obrade zemljišta na obrazovanje brojnosti larvi *Elateridae* (JAKOVLJEV, 1963)

Vrsta obrade zemljišta	Trajanje ogleda u godinama	Brojnost larvi skočibuba	
		po m²	u %
Površinska obrada na 10-12 cm²	7	145	100,00
Smenjivanje površinske obrade sa oranjem na 30 cm	7	9,5	65,5
Oranje na 20-22 cm	7	5,0	34,5

Veoma dobri rezultati u smanjenju gustine populacije metlice postižu se jesenjim oranjem pri kojem se kokoni ubacuju na dubinu između 5 i 15 cm što veoma povećava mortalitet, a jesenje i prolećno oranje prouzrokuje redukciju leptira od 68 do71%. Još bolji rezultati se postižu jesenjom obradom dubljom od 20 cm. Na svim parcelama gde je tokom vegetacije zabeležena veća pojava gusenica ova agrotehnička mera se mora kvalitetno izvesti. Ukoliko na zaraženim poljima u jesen nije obavljeno oranje, ovu meru treba primeniti rano u proleće pre početka izletanja leptira (tab. 17).

Tabela 17. Uticaj oranja na 20 cm dubine na razmeštaj kokona u zemljištu i uginjavanje leptira metlice (PAVLOV, cit. ČAMPRAG, 1976)

Sloj zemlje	Dubina razmeštaja kokona u zemljištu posle oranja (u %)	Leptiri u kokonima (u %)	
		Uginuli	Živi
0–7 cm	64	75	25
7–12 cm	26	74	26
12–18 cm	10	84	16

Obrada zemljišta predstavlja jednu od najvažnijih mera u suzbijanju skočibuba. Duboko oranje, izvedeno početkom septembra, u znatno većoj meri smanjuje brojnost larvi ovih štetnih insekata koja iznosi 0,5 ind/m^2. Međutim, ukoliko je oranje obavljeno krajem septembra, brojnost jedinki ove vrste se povećava za 200% jer su se u to vreme predatorske vrste trčuljaka, najvažniji neprijatelji skočibuba, već povukle u dijapauzu (tab. 18).

Tabela 18. Uticaj vremena izvođenja dubokog oranja na brojnost *Elateridae*, *Anisoplia austriaca* i *Carabidae* (PAVLOV, 1971)

Datum obrade zemljišta nakon gajenja pšenice	Prosečna brojnost larvi po 1 m^2		
	Skočibube	Žitni pivac	Predatorski trčuljci
Duboko oranje 5. sep.	0,5	1,0	0,4
Duboko oranje 26. sep.	1,5	1,9	0,1

Osnovne mere suzbijanja polifagih glodara, koje dovode do njihove velike redukcije na oranicama, su blagovremeno ljuštenje strnjike i oranje posle žetve, tj. berbe raznih kultura. Takođe je veoma značajno blagovremeno izvedeno duboko oranje koje prouzrokuje rušenje jazbina i hodnika, mehaničko uništavanje i povređivanje mnogobrojnih jedinki glodara. Oranjem se redukuje 85-90% individua poljske voluharice (BERIŠVILI i AHVLEDIANI, 1971). Razoravanjem lucerke tokom jula i avgusta, na dubini od 25 do 30 cm, postiže se najbolji efekat suzbijanja poljske voluharice, miša humkaša i malog šumskog miša. Međutim, veoma slabi rezultati se postižu oranjem u septembu i oktobru. Priprema zemljišta oranjem za setvu ozimih kultura na dubini 20-22 cm prouzrokuje smrtnost 35-47% naselja glodara, a mortalitet izazvan pratećim pojavama (kada izbačene jedinke posataju plen predatora) iznosi dodatnih 10-25%. Najbolji rezultati u suzbijanju glodara mogu se dobiti blagovremenom obradom zemljišta na većem kompleksu (ČAMPRAG, 1994).

Primena redukovane obrade zemljišta uvećava štetnost naročito kukuruzne pipe, skočibuba, švedske mušice itd. (ŽUGEC, 1986), a potpuno odsustvo obrade zemljišta povećava brojnost i štetnost sovica, korenove vaši, surlaša, puževa i dr.

Obrada zemljišta takođe predstavlja najradikalniju meru suzbijanja korova, naročito višegodišnjih. U borbi protiv korova najznačajnije su operacije ljuštenja, osnovne obrade i predsetvene pripreme, a kod okopavina još i međuredno kultiviranje i okopavanje. Istovremeno, ova agrotehnička mera je veoma značajna u suzbijanju velikog broja štetočina u biljnoj proizvodnji.

Setva pojedinih kultura, uključujući optimalni rok i način izvođenja, pripada grupi najvažnijih operacija koje su značajne sa aspekta tehnologije proizvodnje. Vreme i gustina setve kukuruza, šećerne repe, suncokreta i drugih okopavina je od posebno velikog značaja za obrazovanje gustine biljnog sklopa, što predstavlja jedan od bitnih faktora koji utiču na prinos ovih kultura. Setva u optimalnom roku za naše agroekološke uslove takođe daje mogućnost bolje zaštite protiv štetočina, parazita i korova. Kada se kukuruz poseje u optimalnom roku i nikne u aprilu, najčešće je zaštićen od šteta koje nanosi gačac. Međutim, prerana ili zakasnela setva ima poseban uticaj na stepen oštećenosti biljaka u procesu integralne zaštite. Ranije posejan kukuruz je intenzivnije napadnut od kukuruznog plamenca, najraširenije i najvažnije štetočine ove kulture kod nas. Rana setva kukuruza, pre optimalnog roka, utiče na uvećanje šteta od skočibuba, najvažnijih štetočina podzemnih organa u početku vegetacije. Tokom proleća 1970. godine sovica ipsilon je veoma oštetila polja u Posavini sa kasno posejanim kukuruzom. Tada je oko 2.000 ha ovog useva uništeno ili znatno proređeno. Kod individualnih proizvođača štete su bile mnogo manje jer je kukuruz ranije posejan (LUŠIN i sar., 1971). U Vojvodini je sredinom maja 1979. godine analizirano 75 polja pod kukuruzom na 5 lokaliteta i ocenjen uticaj rokova setve na pojavu kukuruzne pipe. Ustanovljen je sledeći procenat napadnutih biljaka: setva u drugoj dekadi aprila – 17%, setva u trećoj de-

kadi aprila – 26% i setva u prvoj dekadi maja – 57% štete (ČAMPRAG, 1994).

Efikasnost prirodnih neprijatelja zavisi od niza faktora kao što su kvalitet i količina prisutne hrane, konzumaciona sposobnost, stepen kanibalizma, klimatski uslovi, potencijal razmnožavanja, brzina razvića, redukcija aktivnosti predatora usled delovanja parazita i oboljenja. Ovaj efekat je takođe tesno povezan sa reproduktivnom sposobnošću štetočina i stepenom sinhronizacije između pojave štetočina i njihovih neprijatelja kao i sa primenom pesticida i drugih agrotehničkih mera. Vreme setve ozime i jare pšenice takođe značajno utiče na intenzitet napada štetnih insekata. Pri normalno razvijenom usevu u jesen i najranijoj setvi u proleće nastaje slaba pojava pšeničnog tripsa, dok kasne setve u jesen dovode do jake koncentracije štetočina i prouzrokuju povećane gubitke (LJUBENOV 1961). Blagovremena setva ozime pšenice dovodi do značajnog snižavanja stepena napada (tab. 19).

Tabela 19. Uticaj vremena jesenje setve ozime pšenice u Bugarskoj na brojnost pšeničnog tripsa *Haplothrips tritici* (LJUBENOV, 1961)

Datum setve tekuće godine	Broj larvi i imaga na 100 biljaka	Datum setve naredne godine	Broj larvi i imaga na 100 biljaka
19. sep.	0,2	2. okt.	86,0
9. okt.	0,7	10. okt.	164,0
23. okt.	1,0	22. okt.	398,0
8. nov.	19,0	30. okt.	238,0
22. nov.	132,7	11. nov.	250,0
		22. nov.	504,0

Kako je već navedeno, ranije posejan kukuruz može biti intenzivno napadnut kukuruznim plamencem, koji je naša najvažnija i načešća štetočina ove kulture. Na tab. 20 je prikazan broj zaraženih biljaka i snižavanje prinosa u procentima u zavisnosti od vremena setve. Međutim, ova mera se ne preporučuje kao metod borbe protiv kukuruznog plamenca, pošto se kasnijom setvom smanjuje prinos.

Struktura setve podrazumeva sastav i učešće pojedinih kultura na jednom poljoprivrednom gazdinstvu i na širem reonu. Zastupljenost pojedinih gajenih biljaka u strukturi setve predstavlja osnovu za razmnožavanje štetočina i parazita biljne proizvodnje, u manjoj ili većoj meri. U Vojvodini tokom 1986/87. godine učešće površina pod pojedinim kulturama je bilo sledeće: kukuruz – 44%, pšenica i ječam – 23%, suncokret – 8,8%, šećerna repa 5,5%, povrtarske kulture – 5%, lucerka – 4,2%, soja – 4%, uljana repica – 0,7%, duvan – 0,3%, konoplja – 0,2% itd. (ČAMPRAG, 1994). Ovakva struktura omogućuje prenamnoženost nekih značajnih štetnih insekata. Visoko učešće kukuruza u ukupnoj setvi doprinosi velikoj brojnosti kukuruzne pipe, a velike površine pod strnim žitima pogoduju intenzivnijem množenju skočibuba, žitnih pivaca, njivske voluharice i dr. Ukoliko bi se smanjila površina pod kukuruzom na račun značajnijeg gajenja industrijskih kultura, lekovitog bilja i povrtarskih kultura, smanjila bi se gustina populacija nekih veoma važnih vrsta štetočina, uz istovremeno omogućavanje povoljnih uslova za razmnožavanje prirodnih neprijatelja štetočina i oprašivača biljaka. Ovakva preraspodela setvene strukture bi proširila proizvodnju na dve setve godišnje, a uvođenjem međuuseva dobile bi se 3-4 žetve (berbe) u toku od dve godine. Ove mere doprinose ne samo povećanju ukupne proizvodnje i plodnosti zemljišta, nego suzbijanju korova, štetočina i parazita (VUČIĆ, 1981, MILOJIĆ, 1988).

Uvećanje površina pod šećernom repom u odnosu na period od pre pedesetak godina, kao i njena koncentracija na krupnim gazdinstvima, uslovili su veoma intenzivno umnožavanje repine pipe, repinog buvača, repinog moljca, lisnih sovica, korenovih vaši i nekih parazita prouzrokovača bolesti.

Tabela 20. Uticaj vremena setve kukuruza na jačinu napada kukuruznog plamenca *Ostrinia nubilalis* u Mađarskoj (KOPPANYI i KOVACS 1957)

Pokazatelji štetnosti (prosek za 6 najvažnijih sorti)	Datumi setve					
	16. IV	23. IV	30. IV	7. V	14. V	21. V
Broj zaraženih biljaka u %	57,0	63,6	55,8	41,2	31,0	23,4
Snižavanje prinosa u %	11,4	12,7	11,2	8,2	6,2	4,7

Posebno treba naglasiti da usitnjenost poseda individualnih proizvođača ima nedostatak koji se manifestuje u vidu neekonomične primene mehanizacije, ali istovremeno ima i pozitivnu stranu zbog snažnijeg delovanja raznih vrsta zoofaga, kao mehanizma prirodnog regulisanja mnogobrojnih štetočina u agrobiocenozama. Biodiverzitet flore i faune je karakterističan za stabilnost ekosistema i zbog toga je poželjno da se na agrokompleksima seje više raznih kultura, a ne treba biti orijentisan samo na nekoliko gajenih biljaka kao što su pšenica i kukuruz, ili pšenica, kukuruz, šećerna repa i suncokret (ČAMPRAG, 1994).

Plodored je kao agrotehnička mera na početku svog istorijskog razvoja imao karakter nestabilne i promenljive kategorije. Njegova tadašnja uloga u povećanju prinosa, u uslovima slabe mehanizacije i hemizacije, kao i zbog gajenja nisko prinosnih sorti, je bila znatno veća nego u današnje vreme.

Na primer gajenje kukuruza u monokulturi utiče na povećanje brojnosti štetočina u biljnoj proizvodnji – kukuruzne pipe, kukuruzne zlatice, peščara, korenovih vaši, pregljeva, nematoda pegavosti korena, fitofagih vrsta trčuljaka i dr. (tab. 21).

Tabela 21. Uticaj gajene kulture na brojnost nove generacije kukuruzne pipe *Tanymecus dilaticollis* u Rumuniji (PAULIAN, 1973)

Kultura	Brojnost odraslih insekata po 1 m²		
	1966.	1967.	prosek
Kukuruz	39	42	40,5
Sirak	16	21	18,5
Suncokret	6	4	5,0
Šećerna repa	2	2	2,0
Ozima pšenica	1	1	1,0
Grašak	1	0	0,5

Međutim, u uslovima monokulture kukuruza dolazi da smanjivanja brojnosti larvi skočibuba, žitnih pivaca, gundelja, kao i hrčka.

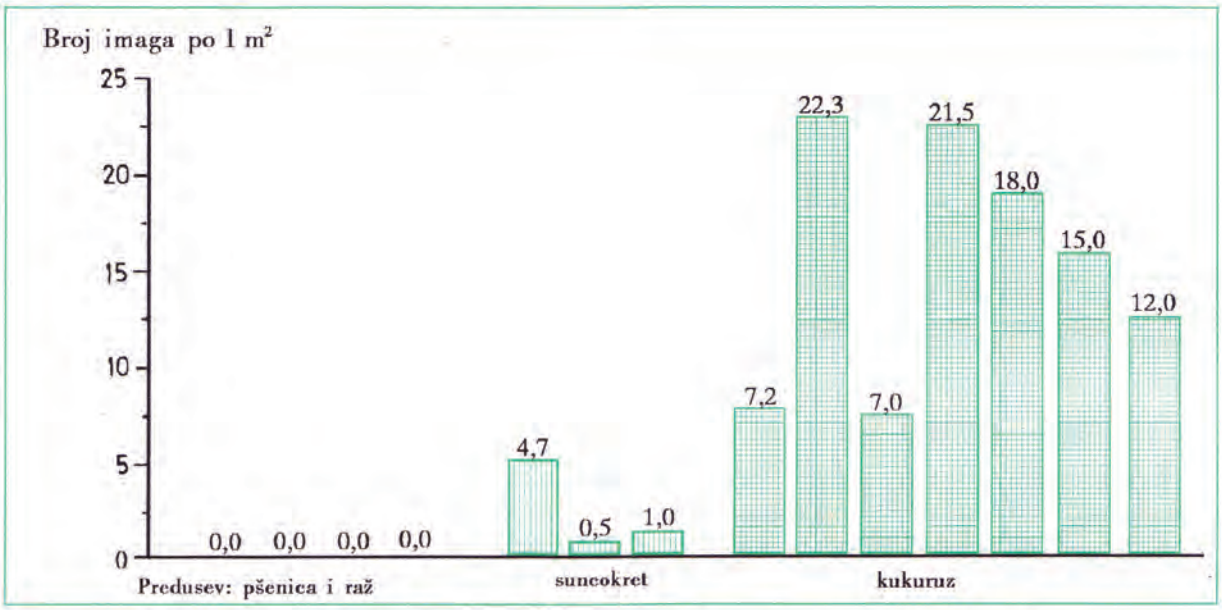
Prema ŠARIĆU (1985) dobar plodored sadrži kulture koje pripadaju strnim žitima, okopavinama i leguminozama uz naizmenično smenjivanje. Najjednostavniji plodored je dvopolje, koje se kod nas široko primenjuje, i čine ga ozima pšenica i kukuruz. Ovakav način proizvodnje je mnogo bolji nego u monokulturi, ali se još bolji rezultati dobijaju sa tropoljnim plodoredom koji sadrži strninu, jednogodišnju leguminozu (grahorica ili soja) i okopavinu. Iako je plodored veoma značajan za poboljšanje fizičkih osobina zemljišta, njegova često otežana primena u Vojvodini, usled nepovoljne strukture setve (2/3 oranica zauzimaju kukuruz i strna žita što iziskuje problem oko blagovremene i kvalitetne obrade zemljišta i primenu sve težih mašina), može da izazove pogoršanje uslova u agrobiotopu (VUČIĆ, 1986).

Prema GINTERU KANTU osnova za biološku borbu protiv korova, bolesti i štetočina je primena plodoreda uz adekvatan izbor kultura (vrsta, sorta, hibrid) i metode aktiviranja prirodnih neprijatelja štetočina. Primena plodoreda može da bude veoma efikasna u suzbijanju kukuruzne pipe (*Tanymecus dilaticollis*). Najznačajniju meru predstavlja formiranje takvog plodoreda koji isključuje sejanje kukuruza na prošlogodišnje kukuruzište, a pogotovu gajenje ove kulture na istom polju 2-3 godine uzastopno. Navedenom merom se sprečava masovno razmnožavnje kukuruzne pipe; u suprotnom obrazuju se žarišta ove štetočine i dolazi do maksimalnog porasta njene brojnosti, čak i do 96 ind/m² (tab. 22, STOJČEV, 1963, GONČARENKO, 1964, 1967). Zbog toga, posle kukuruza, u plodored treba uključiti strna žita jer u periodu razvića korenovog sistema u fazi nalivanja i sazrevanja zrna nisu povoljni uslovi za razvoj larvi *T. dilaticollis*, što dovodi do značajnog pada gustine populacije ove vrste (ŠELUDKO, 1972).

Tabela 22. Uticaj gajene kulture na obrazovanje brojnosti nove generacije kukuruzne pipe (*Tanymecus dilaticollis*, STOJČEV, 1973).

Broj polja	Kultura		Broj ind/m²
	1966	1967	u leto 1967.
1	kukuruz	oz.pšenica	0,0
2	kukuruz	oz.pšenica	0,0
3	lucerka	oz.pšenica	0,0
4	oz.pšenica	šeć. repa	1,3
5	oz.pšenica	suncokret	5,3
6	kukuruz	kukuruz	12,0
7	oz.pšenica	kukuruz	28,0
8	kukuruz	kukuruz	56,0
9	kukuruz	kukuruz	96,0

Na parcelama gde su predusev za kukuruz bili pšenica i raž, GONČARENKO u Ukrajini nije konstatovao ni jednu individuu kukuruzne pipe (sl. 124).



Slika 124. Brojnost odraslih insekata kukuruzne pipe *Tanymecus dilaticollis* posle gajenja raznih kultura preduseva za kukuruz (GONČARENKO, cit. ČAMPRAG, 1994)

Ponavljanje setve strnih žita na istom polju doprinosi razmnožavanju žitnih pivaca, koji ugrožavaju kukuruz i druge okopavine koje slede posle strnina. Nakon monokulture pšenice u trajanju od tri godine broj njihovih larvi raste na oko 10 ind/m², dok gajenje kukuruza prozrokuje bitnu redukciju brojnosti pivaca (tab. 23). Pored toga, gajenje strnih žita, na istom polju dve godine uzastopno, prouzrokuje veoma značajno uvećanje larava skočibuba, opasnih polifagih štetočina na oranicama.

U visoko razvijenim zemljama je u periodu 1950-1975. godine uloga plodoreda bila gotovo potpuno zanemarena, pošto je postojalo mišljenje da ovu agrotehničku meru mogu u potpunosti da zamene primena mineralnih đubriva i pesticida, kao i gajenje visokoprinosnih sorti i hibrida. Međutim, u poslednjim decenijama ovog veka nedvosmisleno je utvrđeno da izbor plodoreda obezbeđuje ne samo dobru osnovu za održavanje plodnosti zemljišta, nego i ima značajnu ulogu u suzbijanju štetočina, bolesti i korova (MILOJIĆ, 1990). Primena plodoreda predstavlja jednu od najznačajnijih agrotehničkih mera u suzbijanju mnogih štetočina kukuruza i strnih žita (kukuruzna pipa, kukuruzna zlatica, korenove vaši, pregljevi, skočibube, žitni pivci, nematode kao i paraziti prouzrokovača bolesti kao što su mehurasta gar, trulež stabla i dr.) Plodored, takođe, smanjuje brojnost semena raznih korovskih vrsta i do 55% (GLUPČE i sar., 1980). Istovremeno, gajenje kukuruza i drugih glavnih kultura u rotaciji pogoduje uvećanju gustine populacija vrsta mnogobrojnih prirodnih neprijatelja štetočina (entomofage vrste stonoga i pregljeva, trčuljci, bubamare) i njihovom efikasnijem delovanju, što obezbeđuje

Tabela 23. Uticaj smene kultura u plodoredu na dinamiku brojnosti *Anisoplia spp.* u Rumuniji (PASOL., 1964)

Brojevi polja	Rotacija kultura i prosečna brojnost larvi po 1 m²						
	prve godine	druge godine		treće godine		četvrte godine	
I	kukuruz	pšenica	0,7	pšenica	3,5	pšenica	9,6
II	pšenica	kukuruz	2,8	kukuruz	1,2	kukuruz	0,4
III	pšenica	pšenica	2,1	pšenica	10,9	kukuruz	4,3
IV	suncokret	kukuruz	0,2	pšenica	1,1	kukuruz	0,5
V	pšenica	kukuruz	3,1	kukuruz	0,9	pšenica	1,3

visok nivo integralne zaštite (ČAMPRAG, 1994). MOLNAR (1993) ističe da pravilna plodosmena utiče na smanjvanje pojave bolesti, štetočina i korova, kao i upotrebe pesticida, a time i na očuvanje agroekosistema.

Posebno treba istaći značajnu funkciju međuuseva, koji se vremenski i prostorno gaje između glavnih kultura plodoreda. Njihova uloga se ogleda višestruko, kao stočna hrana, zatim doprinose suzbijanju štetočina, a u vidu zelenišnog đubriva održavaju plodnost zemljišta obogaćujući ga azotom i organskim materijama uz istovremeno poboljšavanje vodnog i vazdušnog režima, strukture i smanjenje erozije. Takođe imaju značajnu fitosanitarnu ulogu i velik značaj za zaštitu životne sredine i prirode (MILOJIĆ, 1989).

Đubrenje obuhvata primenu organskih i mineralnih đubriva i ima velikog značaja za uspešnu biljnu proizvodnju. Đubrenjem se utiče na plodnost zemljišta, na korisnu faunu, kao i na stepen pojave štetnih organizama koji napadaju useve. Upotrebom đubriva biljke postaju vitalnije i lakše podnose napad štetočina, brže prolaze kroz kritični period napada tokom proleća i brže obnavljaju slabije oštećene organe.

Međutim, primena mineralnih đubriva može imati negativne posledice na kvalitet i očuvanje životne sredine (ČAMPRAG, 1994). Velike količine azota, naročito pri jednostranoj mineralnoj ishrani, utiču na intenzitet razmnožavanja mnogobrojnih štetočina kao što su lisne vaši, žitna pijavica, kukuruzni plamenac, pamukova sovica, kupusna sovica, pregljevi, korenove nematode i dr, kao i na povećanu osetljivost biljaka prema bolestima. Fosfor i kalijum doprinose smanjenju brojnosti više vrsta štetočina. Izbalansirana mineralna ishrana (NPK) snižava stepen razmnožavanja mnogih štetočina, kao i gubitke koji su nastali od kompleksa štetočina, utičući i na povećanje otpornosti gajenih biljaka.

Pored velikog značaja mineralnih đubriva u biljnoj proizvodnji, njihova primena ima i negativnih posledica pošto je ovaj vid fertilizacije zemljišta značajan zagađivač životne sredine. Prisustvo nitrita i nitrata u hrani takođe predstavlja opasnost za zdravlje ljudske populacije

Prema MOLNARU (1987a i b) primena stajnjaka i drugih organskih đubriva utiče na očuvanje plodnosti zemljišta. Rezultati tridesetogodišnjih ogleda ukazuju da kombinovana primena stajnjaka i mineralnih đubriva, u odnosu na jednostrano korišćenje samo mineralnih, kod mnogih gajenih biljaka obezbeđuje veće i kvalitetnije prinose. Dugogodišnje unošenje organske materije utiče na bilans humusa koji pozitivno deluje na fizičke, hemijske i biološke osobine zemljišta. Pri većem sadržaju humusa zemljište ima bolju i stabilniju strukturu, može da zadrži više pristupačne vode, što je presudno za nepovoljni (sušni) period. Zemljišta u Vojvodini su još uvek bogata sadržajem humusa, koji iznosi 3-5%, ali je njihov bilans već decenijama nepovoljan. Plodnost i produktivost černozema, naročito na velikim agrarnim kompleksima, su niži nego pre 40 godina pošto današnji sistem ratarenja predstavlja raubovanje zemljišta. Bez korišćenja stajnjaka i drugih organskih đubriva, kao i gajenja višegodišnjih leguminoza, nemoguće je održati nivo humusa u zemljištu. Organska đubriva takođe uvećavaju otpornost biljaka prema štetnim insektima (CULLINEY i PIMENTEL, 1986). Primena lako razgradljivih organskih đubriva (stajnjak i zelenišno đubrivo) utiče na snižavanje zaraženosti zemljišta nematodama, pošto se pod uticajem njihovog razlaganja povećava brojnost predatorskih vrsta nematoda, koje zajedno sa predatorskim gljivama snižavaju brojnost fitoparazitnih nematoda. Tako se korišćenjem organskih đubriva smanjuje gustina populacije *Pratylenchus crenatus* za 50% (OSTENBRINK, cit. ČAMPRAG, 1994).

Primena stajnjaka veoma utiče na naselje kišnih glista u zemljištu pod ratarskim kulturama. U višegodišnjim ogledima, koji su postavljeni na parcelama sa trajno kontrolisanim uslovima na tipu zemljišta – černozem sa znacima oglejavanja u lesu – na Rimskim Šančevima je praćena brojnost i distribucija ovih korisnih organizama pedofaune (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991). Odabrane su površine sa ekstenzivnim tropoljnim plodoredom – kukuruz, pšenica, soja – (bez dodavanja stajnjaka), zasnovane 1946/47. godine i površine sa intenzivnom negom, uz upotrebu organskih (i mineralnih đubriva), takođe u tropoljnom plodoredu zasnovane 1950/1951. godine.

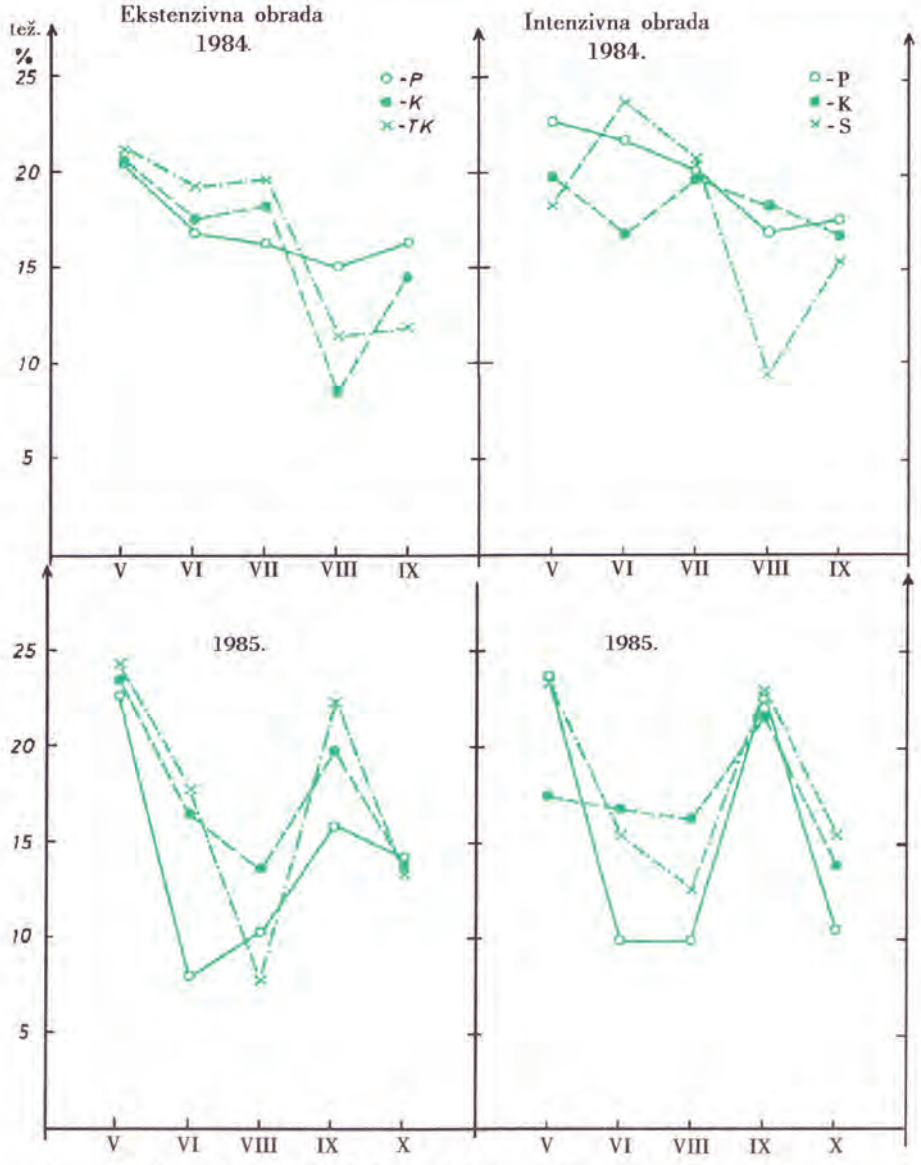
U okviru kvantitativne zastupljenosti konstatovan je znatno veći broj individua na parcelama sa intenzivnom obradom upravo zbog primene stajnjaka u pripremi zamljišta za setvu kukuruza. Pošto se na parcelama sa ekstenzivnom obradom stajnjak nije nikada primenjivao, zemljište je siromašno organskim materijama, te slabo zadržava

vlagu i kao takvo je nepovoljno za život kišnih glista. Tako su analize vlažnosti tla pokazale veoma nisku procentualnu vrednost (i do 8 tež. %), a to je sušna sredina sa nezadovoljavajućim uslovima za život *Oligochaeta* (sl. 125 i 126).

Međutim, korišćenje stajnjaka, naročito u većim količinama, doprinosi ramnožavanju rovca (posebno na površinama koje se navodnjavaju), običnog gundelja, kupusne sovice, nekih diptera, nematoda i dr.

Sistem provere plodnosti zemljišta i primene đubriva predstavlja osnovu za racionalnu fertilizaciju i kontrolu ekoloških faktora u biljnoj proizvodnji, sa ciljem ostvarivanja visokih, stabilnih i kvalitetnih prinosa uz minimalna ulaganja materijala, energije i radne snage u zaštiti agrosistema, životne sredine i biosfere od zagađenja (MANOJLOVIĆ, 1989).

Navodnjavanje se, kao agrotehnička mera, tokom ovog veka intenzivno primenjuje i razvija

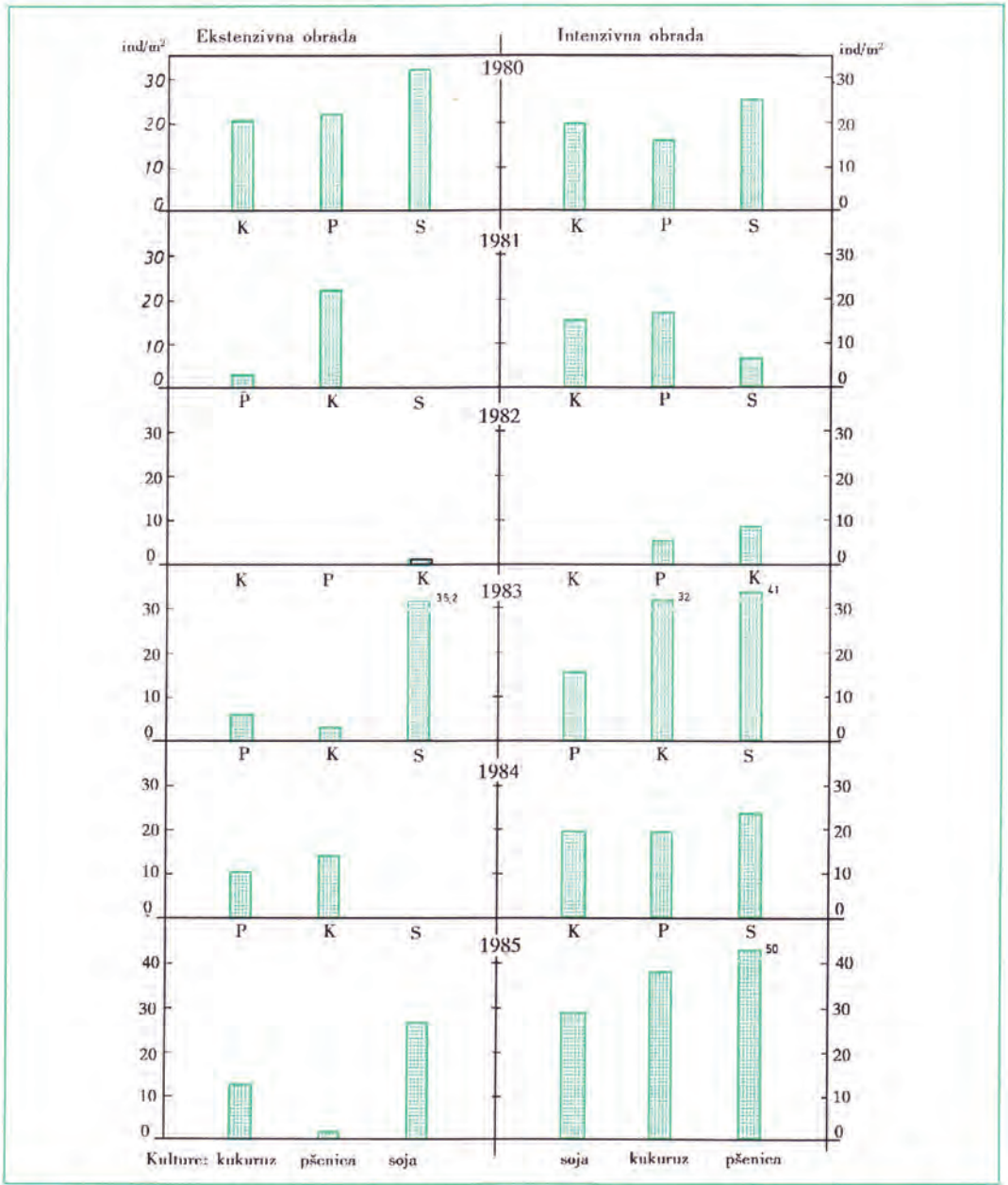


Legenda: P – pšenica; K – kukuruz; TK – tropolji kukuruz; S – soja

Slika 125. Vlažnost zemljišta na parcelama u Rimskim Šančevima (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991)

u poljoprivrednoj proizvodnji velikog broja zemalja. Polovinom našeg veka navodnjavanje je definisano kao „nauka opstanka čovečanstva" (GULHATI, cit. ČAMPRAG, 1994). Danas se u svetu navodnjava oko 240.000.000 ha pod različitim kulturama. Navodnjavana površina daje i do šest puta više prinosa u odnosu na nenavodnjavanu.

Navodnjavanje pogoduje razmnožavanju higrofilnih vrsta mnogih štetočina u biljnoj proizvodnji kao što su skočibube, žitna pijavica, kukuruzna zlatica, poljska stenica, sovica ipsilon, kupusna i povrtna sovica, metlica, kukuruzni plamenac, neke cikade, pojedine vrste lisnih vaši, švedske mušice, stepski popac, rovac, puževi, vodene voluharice i dr. Povećanje vlažnosti zemljišta direktno utiče na broj napadnutih biljaka kukuruza od kukuruznog plamenca (tab. 24).



Slika 126. Prosečne godišnje brojnosti *Oligochaeta* na Rimskim Šančevima (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991)

Tabela 24. Uticaj navodnjavanja na jačinu napada kukuruznog plamenca *Ostrinia nubilalis* (PODKOPAJ, 1964)

Varijanta ogleda	Zalivna norma u m^3/ha	Broj napadnutih biljaka kukuruza u %
Kontrola bez navodnjavanja	–	91,0
Navodnjavanje pre setve	800	31,0
Isto + nav. tokom vegetac.	2900	52,0

Ova agrotehnička mera istovremeno može da predstavlja i način suzbijanja niza kserofilnih vrsta, štetočina u biljnoj proizvodnji (žitni pivci, obični gundelj, mali junski gundelj, repina pipa, repin moljac, repina korenova vaš, peščar, kukuruzni peščar, kukuruzna pipa, ozima sovica, žitna korenova vaš, atlantski pregalj i dr.). Tako se brojnost larvi žitnih pivaca u uslovima navodnjavanja smanjuje (tab. 25).

Tabela 25. Uticaj navodnjavanja kukuruza na brojnost larvi *Anisoplia austriaca* (PODKOPAJ, 1964)

Kultura	Varijante ogleda	Rel. broj. larvi u %
kukuruz	bez navodnjavanja	100,0
kukuruz	sa navodnjavanjem	26,9

U uslovima navodnjavanja lisna vaš *Rhopalosiphum maidis* naseljava 69% biljaka kukuruza, a samo 13% na površinama bez primene ove agrotehničke mere (Tab. 26).

Tabela 26. Uticaj različite obezbeđenosti kukuruza vodom za štetnost zelene kukuruzne lisne vaši *Rhopalosiphum maidis* (FOOT i TIMMINS, 1973).

Stepen napada	Snižavanje prinosa kukuruza u %			
	Varijanta A		Varijanta B	
Slab napad	Nedovoljna obezbeđenost vodom	8,3	Dovoljna vlažnost	0,0
Srednji napad	Deficit vlage	34,8	Obilno navodnjavanje	11,8
Jak napad	Nedovoljno navodnjavanje	43,2–91,8	Izobilje vlage	58,9

Navodnjavanjem useva stvaraju se povoljni uslovi za ishranu lisnih vaši usled povećanja relativne vlažnosti i snižavanja temperature vazduha. Primenom ove mere napad se na biljkama kukuruza povećao sa 13 na 69% (tab. 27).

Navodnjavanje je jedna od najvažnijih mera za povećanje i stabilizaciju prinosa u biljnoj proizvodnji, a istovremeno utiče na floristički i fitocenološki sastav korovskih zajednica. MINORANSKI (1985) navodi da se usaglašavanjem rokova, načina i normi navodnjavanja sa stadijumima razvića štetočina i kritičnim fazama razvoja biljaka može regulisati brojnost mnogih štetnih fitofaga. Prema tome, ovaj hidrotehnički zahvat predstavlja efikasnu meru u zaštiti bilja.

Tabela 27. Uticaj navodnjavanja kukuruza na stepen napada lisnih vaši (PODKOPAJ, 1964)

Vrste	Varijante ogleda	% napadnutih biljaka	Stepen napada po skali 1-4
Rhopalosiphum maidis	Bez navodnjavanja	13,1	1-2
	Sa navodnjavanjem	68,6	3-4
Schizaphis graminum	Bez navodnjavanja	16,7	2-3
	Sa navodnjavanjem	31,2	3-4

Uništavanje korova predstavlja značajnu agrotehničku meru u cilju suzbijanja mnogih vrsta štetočina, mada je kod nekih polifaga utvrđeno smanjenje štetnosti jer se oni hrane i korovima.

Korovi se u užem smislu pojavljuju u agrarnom biotopu, u agrofitocenozama, kao pratioci gajenih biljaka. Oni se u širem smislu javljaju izvan kulturnog biotopa, u biljnim zajednicama koje su pod manjim ili većim uticajem čovekove delatnosti (KOJIĆ, 1992). U poljoprivrednim reonima Jugoslavije konstatovano je preko 1.000 vrsta korovskih biljaka od kojih se oko 250 vrsta ubraja u ekonomski značajne (ŠARIĆ i LOZANOVSKI, 1980).

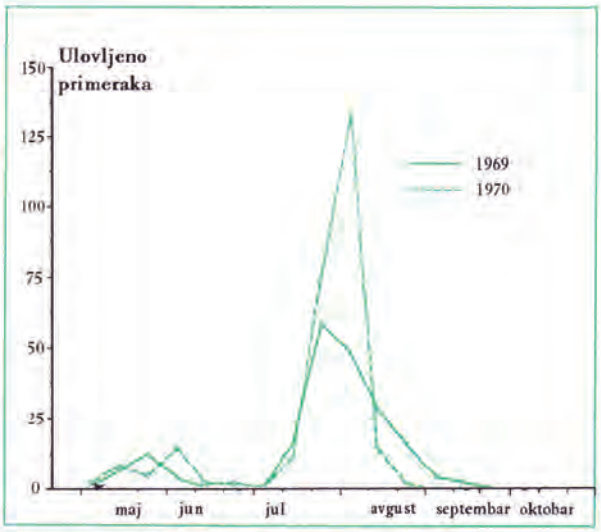
Gusenice leptira kupusne sovice *Mamestra brassicae* se na poljima pod kukuruzom najpre hrane korovskim biljkama, a kasnije prelaze na kukuruz. Tako je tokom leta 1970. godine zabeležena jača pojava druge generacije na 20 ha kukuruza u Starčevu (Banat). U žarištima napada je

konstatovano 3–10 gusenica po klipu, a na pojedinačnim biljkama i preko 15–20 individua ove štetočine. Lišće napadnutih biljaka (kukuruza kao i korovskih vrsta, štir i loboda) bilo je veoma oštećeno (sl. 127, ČAMPRAG i sar., 1974).

Zakorovljena polja pod kukuruzom su pogodna mesta za naseljavanje leptira i polaganje jaja podgrizajućih sovica (sovica ipsilon, ozime sovice i dr.). Veća pokrovnost korovskom vegetacijom doprinosi povećanju štetnosti sovice ipsilon; zbog toga je neophodno, u godinama masovnog rojenja ovog insekta, kukuruzna polja tokom maja i juna očistiti od korova. Na zakorovljenim poljima kukuruza PODKOPAJ (1964) je konstatovao 7,5 puta veću brojnost gusenica ozime sovice u odnosu na površine bez korova (Tab. 28).

Primena herbicida u suzbijanju korova dovela je do promene u sastavu korovske flore na poljima pod kukuruzom u Vojvodini. Tretiranje selektivnim triazinskim herbicidima, koji uspešno suzbijaju sve širokolisne jednogodišnje korovske vrste i gramicidnim herbicidima radi uništavanja jednogodišnjih travnih vrsta, prouzrokovalo je ekspanziju višegodišnjih korova među kojima je najmasovniji divlji sirak *Sorghum halepense* (DRAŽIĆ, 1983).

Uništavanjem korova herbicidima se takođe indirektno povećava stepen napada i štetnost skočibuba, gundelja i drugih štetočina podzemnih organa biljaka jer se njihove polifage larve koncentrišu na gajene biljke, pošto su korovi potpuno uništeni (MACELJSKI, 1967). Suzbijanje korova na poljima pod kukuruzom doprinosi uvećanju štetnosti od nekih vrsta koje napadaju nadzemne organe biljaka (kukuruzna pipa, buvač i dr.). Tako je HADŽISTEVIĆ (1973) konstatovao 10% više oštećenih biljaka od kukuruzne pipe na površinama tretiranim herbicidima u odnosu na netretirane.



Slika 127. Dinamika leta leptira *Mamestra brassicae* u Vojvodini tokom dveju analiziranih godina (MESZAROS i VARGA, cit. ČAMPRAG, 1994)

Uništavanje korova doprinosi smanjenju razmnožavanja i štetnosti skakavaca, stepskog popca, skočibuba, običnog gundelja, kukuruzne pipe, podgrizajućih sovica, kukuruznog plamenca, metlice, lisnih i korenovih vaši, nekih vrsta stenica, puževa, atlantskog preglja, nematoda, hrčka i drugih glodara. Zakorovljena polja su privlačna za naseljavanja leptira podgrizajućih sovica (sovica ipsilon, sovica ozima i dr.) i za polaganje jaja. Na veoma zakorovljenim poljima u Mađarskoj brojnost larvi skočibuba je uvećana za 230% u odnosu na polja gde je spontana flora bila slabo razvijena (TOTH i TERSZTYANSZKY, 1973). Miš humkaš prvenstveno gradi humke na najjače zakorovljenim delovima polja, zbog toga što se hrani i semenom korovskih biljaka. Na jednom polju zakorovljenog kukuruza u okolini Deliblatske peščare zabeleženo je u proseku 27 humki/ha, a samo 1 na polju nezakorovljenog kukuruza. Broj humki na poljima gusto obraslim korovskom ve-

Tabela 28. Uticaj zakorovljenosti polja pod kukuruzom na stepen rasprostranjenosti i brojnost gusenica ozime sovice *Scotia segetum* (PODKOPAJ, 1964)

Godina	Polja bez korova		Zakorovljena polja	
	Napadnuta površina u %	Broj gusenica po 1 m^2	Napadnuta površina u %	Broj gusenica po 1 m^2
1959	18,0	0,10	75,0	0,80
1960	33,0	0,40	100,00	3,60
Prosečno	20,5	0,25	87,5	2,20

getacijom može da iznosi i do 48 po hektaru (MIKEŠ, 1959).

U smanjenju zakorovljenosti zemljišta i useva značajno mesto pripada uništavanju korova izvan oranica (na ruderalnim staništima, pored puteva i kanala itd.).

Poslednjih godina metodika suzbijanja korova herbicidima na obradivim površinama pod okopavina koriguje se tako što se između redova ostavi korov, koji se kasnije odstrani mehaničkim putem. Na taj način se smanjuju štete od skočibuba, gundelja i drugih štetočina, koje se hrane kako kulturnim tako i spontanim biljkama, a pored toga prisustvo korova pogoduje naseljavanju prirodnih neprijatelja. Zato korove ipak ne bi trebalo suzbijati na svim neobradivim površinama jednog gazdistva (ČAMPRAG, 1994).

Berba i žetva raznih kultura moraju se obaviti u optimalnim rokovima jer svako zakašnjenje pogoduje uvećanju gubitaka, zatim razmnožavanju brojnih oligotrofih i polifagih štetočina. Istovremeno je veoma važno i brzo zaoravanje žetvenih ostataka ili njihovo odnošenje sa polja. Suzbijanje raznih vrsta polifagih glodara znatno je efikasnije ukoliko se žetva (berba) izvede sa što manjim osipanjem zrna i drugih plodova, što smanjuje njihovu mogućnost za ishranu. Istovremeno, brzim uklanjanjem žetvenih ostataka, na prostoru bez vegetacije, dolazi do efikasnije redukcije brojnosti glodara koji su više izloženi predatorima.

Blagovremenom berbom kukuruza smanjuju se uticaji raznih štetočina (mnogobrojne ptice i glodari, pre svega hrčak, zatim jelen, jazavac, divlja svinja i dr.). Rano košenje kukuruza za ishranu stoke prouzrokuje značajno snižavanje brojnosti kukuruzne zlatice, čija gustina brojnosti u slučaju ponovne setve na istim parcelama, pada ispod praga štetnosti (CALKINS i sar., 1970).

Čišćenje polja od žetvenih ostataka smanjuje razmnožavanje skočibuba. BERGER (1975) je ustanovio jako oštećenje raznih ratarskih kultura od njihovih larvi na poljima gde je slama, nakon žetve prethodne kulture, bila zaorana u zemljište, a samo neznatne štete na poljima gde je odneta sa njive ili spaljena. Ova mera sa ekološkog stanovišta nije prihvatljiva jer se tako uništavaju mnogobrojni korisni insekti i drugi članovi pedofaune. Spaljivanje žetvenih ostataka takođe ostavlja negativene posledice na biogenost zemljišta, naročito u površinskom sloju (VUČIĆ, 1987).

Primena i dalje proširivanje raznih agrotehničkih mera su veoma značajni za snižavanje stepena razmnožavanja i štetnosti mnogobrojnih vrsta štetočina, parazita prouzrokovača bolesti i korova mnogih poljoprivrednih kultura. Istovremeno ove mere utiču na izmenu uslova u agrobiotopu na koje se pojedine vrste prilagođavaju sa više ili manje uspeha. Od desetak vrsta glodara, koji su integralni članovi agrobiocenoza u Vojvodini, dve vrste su se najuspešnije prilagodile novonastalim uslovima agroekosistema (poljska voluharica i hrčak). Pored njih, kao dominantne se takođe javljaju i vrste iz rodova *Apodemus* (*A. sylvaticus*, *A. microps*, a u manjoj meri *A. agrarius*) i *Mus* (*Mus musculus hortulanus*). Takođe je ustanovljeno da prisustvo i brojnost navedenih sitnih glodara u pojedinim tipovima agrobiocenoza u direktnoj zavisnosti od tipa i načina izvođenja agrotheničkih mera. Usled intenziviranja stočarske proizvodnje detelina je zamenjena lucerkom, što je izazvalo i promenu u zoocenozi, gde je mezofilna vrsta *A. agrarius* ustupila mesto vrsti *Microtus arvalis* (MIKEŠ i HABIJAN-MIKEŠ, 1986).

Posebno treba naglasiti da savremeni pristup obuhvata sistematsko proučavanje pojedinih uticaja ovih mera kako bi one predstavljale najrašireniji metod, ne samo u suzbijanju štetočina poljoprivredne proizvodnje, nego i kao faktor u održanju i razvoju ravnoteže agroekosistema.

Savremeno korišćenje prirodnih resursa se, pre svega, odnosi na transformaciju čovekovog prvobitnog prirodnog u kulturni okvir (STANKOVIĆ, 1962). Formiranje i trajno održavanje tog okvira moraju biti racionalni i pod stalnom kontrolom. To se naročito odnosi na agrobiocenoze u kojima se konstantno sprečavaju prirodne ekološke sukcesije. Međutim, ako se agroekosistemi (njiva, voćnjak, vinograd i dr.) ne održavaju, veoma brzo se zamenjuju prirodnim ekosistemima čiji je sastav biocenoza u skladu sa odgovarajućim klimatskim uslovima. Čovek je u srednjoj Evropi uklonio šumski pokrivač i ulaže velike napore u sprečavanju njegovog obnavljanja. Umesto njega održava kulturnu stepu primenom sistema za navodnjavanje i tako ovom biotopu nadoknađuje nedovoljnu količinu vlage. Slična transformacija je ostvarena i u drugim krajevima sveta. U Izraelu je navodnjavanje velikih pustinjskih kompleksa omogućilo razvoj intenzivne proizvodnje na poljima i plantažama. Izgradnjom Ruzveltove brane u

Arizoni (SAD) stvorena je akumulacija sa površinom od 32.000.000.000 m^3 vode pa je više desetina hiljda km^2 polupustinje privedeno poljoprivrednoj proizvodnji. Tako se u aridnim oblastima menja klima koja uslovljava povećanje gustine biljnog pokrivača, što utiče na promenu sastava i karaktera podloge. Time se ublažava veliko temperaturno kolebanje i povećava dinamika brojnosti populacija fitofagih životinja. Ove promene omogućuju razvoj ljudskih naselja i gajenje poljskih kultura. Međutim, čovekove aktivnosti, koje uslovljavaju eroziju i zaslanjivanje terena dovode do devastacije kojom se ireverzibilno menja priroda.

Naročita pažnja se mora posvetiti gajenju poljskih i šumskih monokultura koje su u tim uslovima podložne intenzivnom napadu raznih štetočina. Za razliku od njih, prirodne zajednice se sastoje od većeg broja vrsta između kojih konstantno deluje splet biocenotičkih veza koji uspostavlja određene brojčane odnose i reguliše gustinu polpulacija pojedinih članova biocenoze. Ukoliko se u jednoj zajednici favorizuje samo jedna biljna vrsta neminovno dolazi do potiskivanja ostalih, a to istovremeno uslovljava neželjeni porast gustine populacija pojedinih životinjskih vrsta koje su u lancima ishrane vezane za gajenu kulturu. Na taj način prenamnožene vrste nekih insekata, ptica ili glodara postaju štetočine u biljnoj proizvodnji. Tako je u Francuskoj, tokom druge polovine 19. veka, filoksera nanela velike štete vinogradima u iznosu od 20.000.000.000 zlatnih franaka. Šljivina štitasta vaš je u našem voćarstvu takođe nanela velike štete tako što je uništila oko 15.000.000 šljivinih stabala. Poznati su primeri značajnih šteta u poljoprivrednoj proizvodnji koje su izazvane visokim kalamitetom skakavaca u oblasti Mediterana i u drugim regionima sveta. Ovakve fluktuacije u razvoju populacija karakteristične su za mnoge vrste insekata i glodara, a uzroci ovih katastrofa su ekološke prirode. Gusta populacija gajene poljske ili šumske monokulture favorizuje nagli porast brojnosti pojedinih biljnih štetočina, pošto nedostaju regulatori gustine njihovih populacija, koji su inače prisutni u jednoj prirodnoj (mešovitoj) biocenozi. Zbog toga dolazi do prenamnožavanja štetnih vrsta insekata i glodara koji predstavljaju permanentnu opasnost za poljske i šumske kulture.

BIOLOŠKA KONTROLA

Živimo u periodu u kojem se suzbijanje biljnih bolesti i štetočina još uvek uglavnom sprovodi upotrebom hemijskih preparata (pesticida). Biološka kontrola generalno podrazumeva primenu predatorskih ili parazitskih vrsta protiv štetočina, parazita i korova u cilju redukcije njihove brojnosti. Ovaj metod je dosada u više navrata pokazao nekoliko spektakularnih uspeha, ali je njegov glavni nedostatak problem ekonomičnosti.

Iako prva primena biološke kontrole datira još iz III veka u Kini, kada je protiv štetočina limuna korišćena jedna vrsta mrava, ovaj metod se uglavnom koristi tokom poslednjih sto godina, a najraniji uspesi u SAD odnose se na kontrolu jedne vrste insekta u Kaliforniji, poreklom iz Australije, koja napada limun. U drugoj polovini 20. veka ove metode se šire primenjuju i u mnogim evropskim zemljama (CARL i sar., 1976).

Biološko suzbijanje populacija štetnih organizama je važan segment integralne zaštite bilja. Ovakav način redukcije brojnosti štetnih insekata sastoji se iz primene regulatora rasta, feromona, atraktanata, repelenata, antifidanata, predatora, parazita, prouzrokovača bolesti (virusi, gljive, bakterije i protozoe) i sterilizacije mužjaka, odnosno genetičke regulacije brojnosti. Biološka borba protiv štetnih insekata može se sprovesti na sledeća tri načina:

1. Očuvanje i zaštita prirodnih neprijatelja štetočina
2. Uvoz i aklimatizacija predatora i parazita
3. Direktna intervencija biološkim agensima (entomofagnim insektima i entomopatogenim mikroorganizmima)

Za prirodne biocenoze je karakteristično da se kolebanje brojnosti insekata kreće u granicama tipičnim za pojedine vrste i održava se u okviru dinamičke ravnoteže. Međutim, u agrobiocenozama racionalno suzbijanje štetočina se može izvesti samo na osnovu detaljne analize mehanizama prirodne regulacije njihove brojnosti. Utvrđivanjem brojčanog odnosa fitofaga i entomofaga dobija se tzv. biotički indeks koji ukazuje na mogućnost obezbeđenja održavanja populacija štetočina na subekonomskom nivou. Biotički indeks omogućuje ocenu regulacije prirodnih mehanizama na nivou agrobiocenoze (VIKTOROV, VASILJEV i LIVŠIC, cit. ČAMPRAG, 1994).

Tokom 1978–1979. godine analizirana je brojnost trčuljaka (uglavnom predatorskih vrsta) na dva velika poljoprivredna kompleksa u Vojvodini gde su na većini parcela predusev za kukuruz bila strana žita (tab. 29). Gazdinstvo B je bilo veoma osiromašeno faunom korisnih trčuljaka i na 70 polja nisu konstatovani ovi predatori. Istovremeno, na gazdinstvu A je na 40% polja zabeleženo preko 5 ind/m^2. Navedene razlike u brojnosti i distribuciji naselja trčuljaka su rezultat daleko veće primene insekticida za suzbijanje štetočina ratarskih kultura na gazdinstvu B, što je prouzrokovalo masovno smanjenje brojnosti ne samo štetočina, nego i ovih korisnih insekata (ĐURKIĆ i ČAMPRAG, 1980).

Tabela 29. Populacije prvenstveno korisnih *Carabidae* na poljima posle strnih žita (preduseva za okopavine) tokom 1977–1978. godine na dva susedna gazdinstva u Vojvodini (ĐURKIĆ i ČAMPRAG, 1980)

Broj larvi i imaga po 1 m^2	Zastupljenost pregledanih polja u %	
	Gazdinstvo A	Gazdinstvo B
0	8	70
0,1–1	20	19
1–5	32	9
5–10	21	2
>10	19	0
Ukupno	100	100

U prvoj polovini 20. veka na poljima Vojvodine je mehanizam prirodnog regulisanja brojnosti štetočina delovao veoma intenzivno usled visoke heterogenosti poljoprivrednog predela (velik broj malih parcela pod različitim kulturama, salaši itd). U tim uslovima se povećavaju raznovrsnost, biomasa i produktivnost entomofaune (mnogobrojne predatorske vrste trčuljaka, bubamara, kratkorilaca), kao i ptica, sitnih glodara i drugih grabljivica, što omogućuje povećanje pritiska prirodnih neprijatelja (predatora i parazita) na štetočne. Istovremeno se uvećava brojnost insekata – oprašivača biljaka. Takođe je značajnu ulogu u uništavanju velike količine raznih vrsta štetnih insekata imala domaća živina (ČAMPRAG, 1984). FOŽERO 1984. godine na poljima pod kukuruzom i pšenicom u Francuskoj konstatuje preko 1.000 vrsta insekata, od kojih su svega 3% štetočine, a većinu čine entomofage i detritofage (ČAMPRAG, 1994).

Poslednjih pet decenija, međutim, u Vojvodini dolazi do slabljenja redukujuće uloge prirodnih neprijatelja raznih štetočina, usled formiranja velikih društvenih kompleksa. Tom prilikom je uništeno nekoliko hiljada salaša sa manjim ili većim šumarcima, mnoštvo raznog šiblja i preorani su mnogi lokalni putevi sa manjim ili većim površinama neobrađivanog zemljišta. U novonastalim uslovima, na poljima veličine 50–100 ha, došlo je do smanjenja opšteg biodiverziteta, a naročito smanjenja broja vrsta i biomase raznih predatora i parazita štetočina.

Veća raznovrsnost faune insekata i njihova ukupna biomasa postižu se ukoliko je biocenoza bogatija uz manju upotrebu pesticida, širu primenu plodoreda i delimično očuvanje korova na delovima polja. Visoki biodiverzitet obezbeđuje stabilnost agrobiocenoze, kao i dovoljne količine hrane koja kruži kroz lance ishrane. Zbog toga je neophodno gajiti više raznih kultura u jednom agrokompleksu.

BIOLOŠKA BORBA PROTIV ŠTETOČINA

Brojnost populacije svake vrste usko je povezana sa amplitudom kolebanja klimatskih i edafskih faktora, koji predstavljaju prirodno ograničavajući faktor. Kada se čovek uključi u ovaj proces uz primenu prirodnih neprijatelja dolazi do eliminacije ili znatnog smanjenja brojnosti štetočina biljne proizvodnje, što predstavlja biološku borbu koja se odvija na dva načina: pasivno (konzervativno) i aktivno suzbijanje. Prvi se ogleda u podsticanju snažnijeg delovanja činilaca u okviru prirodnih kapaciteta biocenoze, a drugi predstavlja primenu bioloških sredstava, preparata (ČAMPRAG, 1994). Osnovni aspekti biološke borbe su sledeći:

1. Stimulacija razmnožavanja korisnih organizama putem gajenja njihovih biljaka hraniteljki.

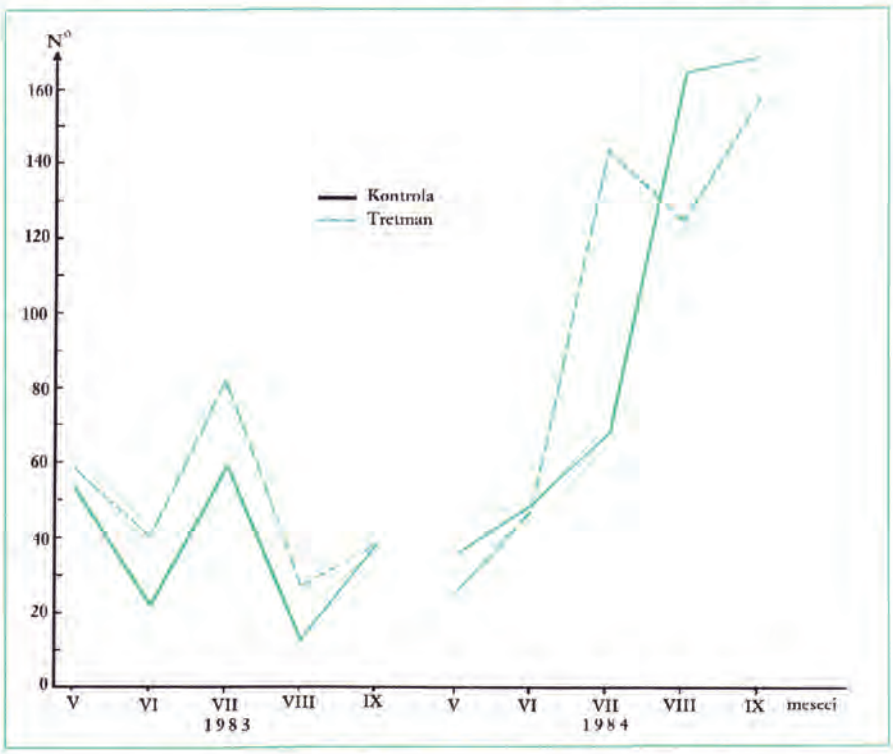
2. Zaštita korisnih organizama je moguća primenom selektivnih pesticida protiv štetočina u biljnoj proizvodnji.

3. Pojačano sekundarno naseljavanje autohtonim korisnim životinjskim vrstama, pre svega insektivorim pticama i mravima. Ovom metodom se postižu bolji uspesi u šumarstvu nego u poljoprivredi.

4. Masovno unošenje korisnih organizama i virusa.

Regulacija brojnosti štetočina se prema tome ne može ograničiti samo primenom hemijskih i mehaničkih sredstava u periodu pojave kalamiteta. Uspešno suzbijanje štetočina se takođe može zasnivati na ekološkim principima, naročito u okviru biotičkih faktora, sa karakterom stalne kontrole i praćenja kretanja populacija, kako „štetnih" tako i ostalih vrsta. Tom prilikom se moraju imati u vidu svi mehanizmi regulacije brojnosti štetočina u cilju njihove eliminacije ili minimalnog smanjenja brojnosti. Ovakva kontrola se vrlo uspešno primenjuje širom sveta i naziva se „biološkom borbom". U okviru ovog oblika suzbijanja štetočina neophodno je imati u vidu dinamiku brojnosti njihovih predatora i parazita. Interesantan je primer biljne vaši *Icerya purchasi* koja je sredinom 19. veka iz Australije uneta u Kaliforniju i tom prilikom ozbiljno ugrozila plantaže narandži jer se prenamnožila u odsustvu predatora. Unošenjem bubamare *Rodalia cardinalis* iz Australije, koja se u prvobitnoj životnoj zajednici hrani ovom biljnom vaši, populacija štetočine je uspešno svedena na minimum. Sličan primer se može navesti za suzbijanje štetnih insekata primenom entomofagih insekata, parazita biljojedih insekatskih vrsta. Tako se brojnost krvave vaši *Eriosoma lanigerum* uspešno reguliše pomoću ose potajnice *Aphelinus mali* u Severnoj Americi i Evropi. Za suzbijanje štetnih insekata sa uspehom se primenjuju i drugi predatori kao što su mikroorganizmi-izazivači bolesti (gljive, virusi i bakterije) i ptice. Prema tome, suzbijanje alohtonih štetnih vrsta može se najuspešnije izvesti unošenjem njihovih predatora i parazita iz originalnog areala. Tako je za efikasno suzbijanje gubara u SAD uneto iz Evrope desetak vrsta njegovih parazita. Međutim, treba naglasiti da ovakav vid biološke borbe, u autohtonom arealu, daje slabije rezultate zbog uspostavljene ravnoteže u njihovom zajedničkom evolutivnom razvoju. Pored toga, u originalnom arealu gustina populacija parazita je regulisana i dejstvom hiperparazita, dok takvi odnosi ne postoje ili ne mogu da se uspostave brzo u proširenom delu areala u koji su uneti domaćin i njegov parazit.

Redukcija brojnosti štetočina ratarskih i drugih kultura postiže se aktivnošću većeg broja vrsta iz sledećih grupa prirodnih neprijatelja: predatori – nematode, pauci, stonoge, insekti (tripsi, stenice, tvrdokrilci, mrežokrilci, opnokrilci i dvokrilci), žabe, gušteri, ptice, bubojedi (krtica, jež,



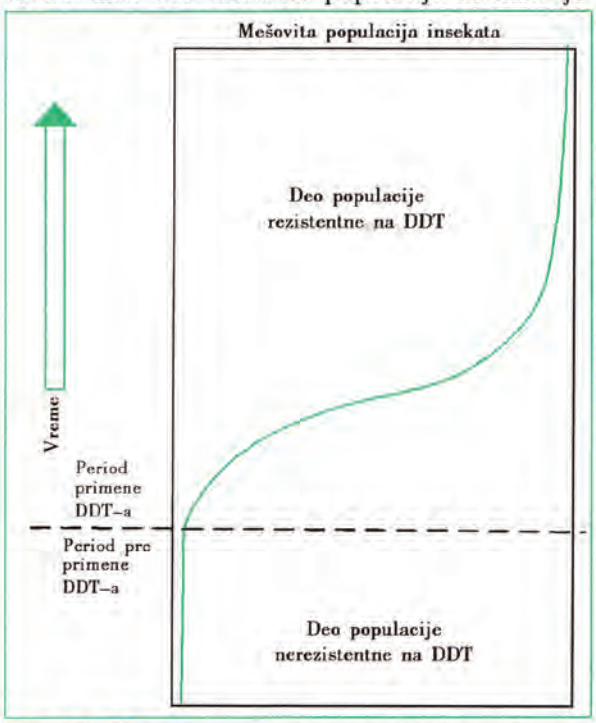
Slika 128. Broj individua nematoda u rizosferi šećerne repe (HORVATOVIĆ i sar., 1986)

rovčice), zveri i druge životinje, kao i paraziti – prouzrokovači viroza, bakterioza i mikoza.

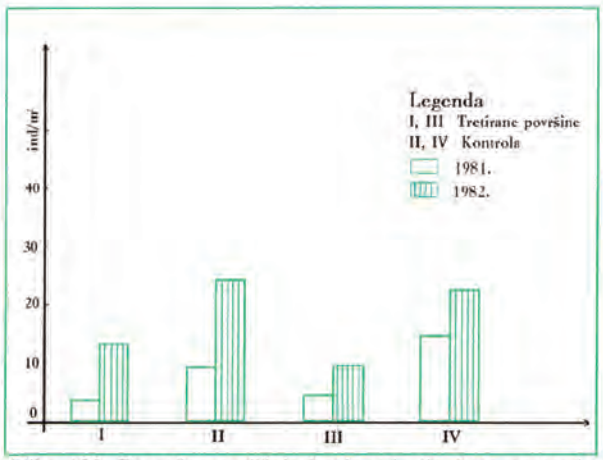
Primena mehaničkih i hemijskih sredstava u suzbijanju štetočina biljne proizvodnje po pravilu je veoma efikasna, ali je često praćena nepredvidivim posledicama u vidu poremećaja interspecifičkih odnosa na nivou ekosistema. Tako su u okviru opsežnih ekoloških istraživanja nematofaune i faune oligoheta u Vojvodini postavljeni ogledi sa ciljem da se utvrdi delovanje insekticida Lindan E-20 i herbicida Ronit. Pored efikasnosti ovih pesticida na entomofaunu praćen je i uticaj navedenih preparata na nematode i oligohete. Rezultati su pokazali da je gustina populacija nematoda bila veća na tretiranim površinama kao posledica produženog dejstva pesticida na predatore nematoda, kao i zbog otpornosti nematoda čije je telo zaštićeno kutikulom. Takođe postoji mogućnost stimulativnog delovanja primenjenih pesticida na populacije nematoda (sl. 128).

Primena nekih insekticida, kao što je npr. DDT, može da izazove otpornost populacija većine insekatskih vrsta. Na sl. 129 prikazana je evolucija rezistencije naselja insekata na ovaj preparat u SAD. U periodu pre upotrebe DDT-a samo veoma mali deo mešovite populacije insekata je pokazivao izvestan nivo otpornosti na insekticid. Kada je aplikacija DDT-a izazvala uginuće nerezistentnih individua, na tretiranom prostoru su preživele samo rezistentne jedinke. Otporne jedinke su se dalje reprodukovale i ubrzo je velik deo populacije nosio gene koju su otporni na DDT. Kasnije se pokazalo da se DDT vrlo sporo razlaže u prirodi, što je bio razlog da se ovaj preparat potpuno izbaci iz upotrebe.

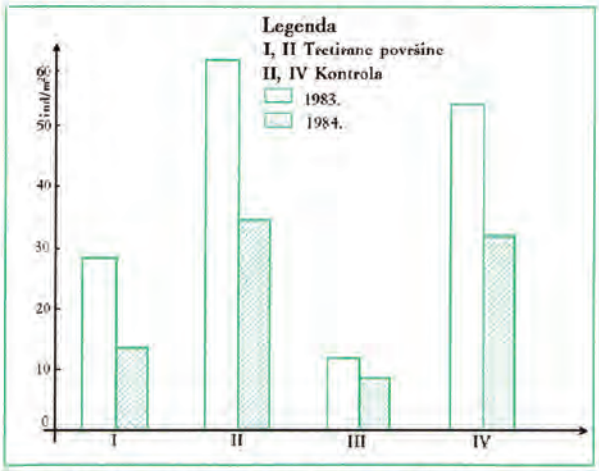
Primenjeni preparati su istovremeno uticali na vidno smanjenje broja individua oligoheta na tretiranim površinama (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991). Ova konstatacija je doprinela da se preparati na bazi lindana potpuno isključe iz primene (sl. 130 i 131).



Slika 129. Evolucija rezistentnosti na DDT u mešovitoj insekatskoj populaciji (iz BREWER-a, 1994)



Slika 130. Prosečne godišnje brojnosti oligoheta na tretiranim i netretiranim površinama u Bačkom Dobrom Polju 1981–1982. godine (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991)



Sllika 131. Prosečne godišnje brojnosti oligoheta na tretiranim i netretiranim površinama u Žitištu 1983–1984. godine (ĐUKIĆ i MALETIN, 1991)

Insekticidi mogu, pored dejstva na štetne insekte, uništiti i mnoge njegove predatore i parazite. Tako je osa potajnica mnogo osetljivija na pojedine insekticide nego njen domaćin krvava vaš. Suzbijanje jedne vrste štetnih insekata hemijskim sredstvima može da ima za posledicu pojavu prenamnožavanja drugih vrsta, koje tada postaju štetne. Intenzivna i sistematska primena insekticida može da izazove veoma krupne promene u sastavu biocenoze kao što su iščezavanje korisnih vrsta i pojava rezistentnih rasa koje se održavaju putem prirodne selekcije. Optimalni rezultati u suzbijanju štetočina u biljnoj prizvodnji mogu se dobiti kombinacijom hemijskih i bioloških metoda. Posebno treba naglasiti da racionalna primena hemijskih preparata zahteva period kada oni imaju najmanji negativni uticaj na parazite i predatore štetočina. Pored toga treba imati u vidu negativan uticaj ostataka (rezidua) pesticida (zajedno sa fertilizacijom) na širem području agroekosistema uključujući i akvatične ekosisteme.

Nematode (*Nematoda*)

U svetu je dosada opisano preko 1.500 vrsta nematoda koje parazitiraju na oko 1.000 vrsta štetnih insekata iz redova *Lepidoptera*, *Coleoptera*, *Orthoptera*, *Diptera* i drugih. Vrste iz roda *Neoaplectana* napadaju skočibube, običnog gundelja, razne vrste sovica, kukuruznog plamenca itd. Entomofage nematode mogu da smanje brojnost nekih vrsta sovica za 33-71%. U Holandiji i USA proizvode se nematodni preparati u cilju suzbijanja zemljišnih štetočina.

Pauci (*Arachnida*)

Za biološku borbu su iz ove grupe značajne akarofage i entomofage vrste koje se hrane fitofagnim pregljevima, lisnim vašima i dr. Akarofagna vrsta pregljeva iz roda *Anystis* može efikasno da suzbija fitofagne vrste pregljeva iz roda *Tetranychus* i to u odnosu 1:50 (VASILJEV 1975).

Stonoge (*Myriapoda*)

Jedan broj vrsta stonoga (*Scolopendromorpha*) hrani se insektima i njihovim larvama (najčešće bubašvabama i drugim pravokrilcima), paucima, glistama, mekušcima, kao i drugim (fitofagnim) stonogama. Plen love noću, a danju se skrivaju u šupljinama na vlažnim mestima. Proučavajući faunu *Myriapoda* na oranicama Vojvodine, PUJIN (1973) konstatuje da su na svim parcelama bile mnogobrojnije grabljive vrste iz grupe *Chilopoda* u odnosu na grupu *Diplopoda*, što je uslovljeno ekološkim faktorima, a takođe i primenom određenih agrotehničkih mera. Ukupna brojnost stonoga varirala je od 0,5 do 14,9 ind/m^2, zavisno od kulture. Na poljima pod kukuruzom ŠTRBAC (1993) konstatuje 0,9 ind/m^2 koje pripadaju hilopodama.

Insekti (*Insecta*)

Od ukupnog broja poznatih vrsta insekata (preko 1.000.000) štetnih (fitofagnih) vrsta ima svega 2%, dok 5% pripada parazitima i predatorima – korisni entomofagni insekti. Istovremeno, od ukupnog broja vrsta insekata koji naseljavaju agroekosistem, samo oko 1% su fitofage, 70% živi na njihov račun, a preostalih 29% se hrani detritusom biljnog i životinjskog porekla (ČAMPRAG, 1994). Velik broj ostalih vrsta su oprašivači biljaka koji doprinose povećanju ukupne popljoprivredne proizvodnje.

VUKASOVIĆ je, u trećoj deceniji ovog veka, intenzivno proučavao više vrsta parazita insekata u vreme kada se navedenom problematikom u svetu bavio manji broj istraživača; još 1926. godine je ovaj autor isticao značaj parazitske vrste insekta *Pteromalus puparum* koji je uništio 98% lutaka kupusara *Pieris brassicae*, tako da je naredne godine ova štetočina bila retka.

Veoma dobar primer su i larve predatorske vrste tripsa. Jedna larva dnevno uništi 90 jaja ili 40 larava fitofagnih vrsta tripsa, dok se neke druge vrste hrane fitofagnim pregljevima.

Stenice (*Cimicidae*) su značajni akaro- i entomo-fagi. Larva i imago hrane se pregljevima, lisnim vašima, cikadama, larvama tvrdokrilaca i leptira. Pojedine vrste tokom larvalnog razvića mogu da unište 400–800 pokretnih oblika pregljeva iz roda *Tetranyschus*. Isto tako kod nekih vrsta stenica samo jedna larva u drugom stadijumu razvoja može dnevno da isisa sadržaj iz 14–20 lisnih vaši ili oko 400 u toku svog života.

Za tvrdokrilce (*Coleoptera*) su takođe karakteristične mnogobrojne predatorske vrste, a najznačajnije su iz familija *Carabidae* i *Coccinellidae*. Predatorske vrste trčuljaka hrane se štetnim in-

sektima kao što su skočibube, surlaši, buvači, podgrizajuće sovice, lisne vaši i dr. Dosadašnji podaci o ispitivanju porodice *Carabidae* u Vojvodini odnose se na pretežno korisne vrste koje imaju važnu predatorsku ulogu u agrobiocenozama. Na poljima pod kukuruzom na černozemu u Bačkoj tokom vegetacionog perioda ustanovljene su 34 vrste sa dominacijom *Harpalus disinguendus* i *H. pubescens* (SEKULIĆ, 1976). Mnoge od ovih predatorskih vrsta dnevno mogu da pojedu 1,4–3,0 puta veću masu hrane od mase svoga tela. Bubamare spadaju među najvažnije predatore lisnih vaši. U toku svog života jedna larva pojede 200-800, a imago do 3.000 jedinki lisnih vaši.

Među mrežokrilcima (*Neuroptera*) su najvažnije predatorske vrste iz porodice *Chrysopidae*. One se hrane lisnim vašima, cikadama, mladim larvama lepidoptera i tvrdokrilaca, kao i pregljevima i drugim zglavkarima sa slabije razvijenom kutikulom. Jedna larva *Chrysopa carnea* u toku svog života uništi 1.200 lisnih vaši, 1.200–2.000 jaja sovica ili 30–60 gusenica sovica, 150–200 gusenica kukuruznog plamenca, oko 2.300 pokretnih oblika pregljeva ili do 5.000 jaja pregljeva (HARIZANOV, cit. ČAMPRAG, 1994). Ove vrste se takođe masovno razmnožavaju u biolaboratorijama i unose na polja pod raznim kulturama u cilju suzbijanja štetnih insekata primenom metode biološke borbe.

Vrste iz grupe opnokrilaca (*Hymenoptera*) takođe se gaje u laboratorijskim uslovima i unose u agrobiocenoze. Značajno mesto u biološkom suzbijanju ekonomski važnih štetočina u biljnoj prizvodnji imaju paraziti iz roda *Trichogramma*. Oni parazitiraju na jajima kukuruznog plamenca, raznih sovica, metlica i dr. Parazitske vrste iz ovog roda masovno se koriste u biološkoj borbi širom Rusije, Kine, u Bugarskoj itd., a posebne laboratorije se bave njihovim uzgajanjem.

U okviru grupe dvokrilaca najvažnije mesto zauzimaju afidofagne vrste iz porodice *Syrphidae*. Tokom svog života jedna larva osolikih muva, zavisno od vrste i domaćina, uništi 200–1.700 jedinki lisnih vaši.

Žabe (*Anura*)

Na osnovu populacionih istraživanja zelene žabe (*Bufo viridis*) konstatovano je da na jednom hektaru oranica živi 15-30 jedinki. Analize crevnog sadržaja ovog vodozemca pokazuju da su insekti zastupljeni sa 85-90%. Od ukupnog broja registrovanih vrsta 2/3 pripadaju štetočinama (gundelji, skočibube, pipe, sovice, rovci i dr.). Krastava žaba (*B. bufo*) takođe uništava velike količine štetnih insekata (sovice, gundelji i pipe) i u njenom crevnom traktu dominiraju sa 90-95%. Tako u želucu jedne žabe može da se nađe 10 primeraka gundelja ili nekoliko krupnijih rovaca, a uz to i 20-30 sitnijih insekata.

Gušteri (*Lacertilia*)

U agroekoistemima se najčešće javlja livadski gušter (*Lacerta agilis*). Naseljava povrtnjake, livade, ivice polja i šuma. Hrani se insektima i njihovim larvama (rovac, skakavci, stenice, gusenice leptira, tvrdokrilci itd. učestvuju sa preko 50%). VASILJEV i sar., (1975) nalaze u želucu pojedinih vrsta guštera 2-3 gundelja ili 6-10 malih insekata.

Ptice (*Aves*)

Ptice su značajni predatori koji učestvuju u regulaciji brojnosti štetočina u biljnoj proizvodnji. One ih love na biljkama kao i na površini zemlje. ILIČEV (1987) navodi da se oko 250.000.000 ptica godišnje hrani biomasom od 50.000 tona štetnih insekata u prirodnim i agrobiocenozama. BUDNIČENKO (cit. po ČAMPRAGU, 1994) ističe značajnu ulogu ptica u biološkoj borbi navodeći da kod 67 vrsta ptica osnovnu hranu čini 600 vrsta insekata, od kojih su 72% štetočine u poljoprivredi i šumarstvu. Čvorak (*Sturnus vulgaris*) u periodu gnežđenja hrani svoje mladunce insektima, od kojih 94% pripada štetočinama, te tako na oranicama predstavlja korisnu pticu (PANEV, 1981). VASILJEV (1984) konstatuje u Makedoniji da jedan odrastao ružičasti čvorak pojede dnevno 200 primeraka larava marokanskog skakavca. KALOTAS (1986) navodi da u sadržaju od oko 1.500 želudaca gačaca ima znatno manje insekata u poređenju sa rezultatima istraživanja sa početka 20. veka, što se objašnjava uticajem primene pesticida u poljoprivredi.

Neke vrste ptica veoma sistematski koriste izvore hrane. Tako se jato vrana (*Corvidae*) za vrlo kratko vreme okupi, iako je njhova kolonija udaljena nekoliko kilometara (GOLOVANOVA, 1987). Tokom podizanja mladunaca jedna kolonija gačaca (*Corvus frugilegus*) sakupi po okolini

oko 600.000-1.400.000 individua raznih vrsta zglavkara gde većinu čine štetni insekti (NIKITINA i EŠAJEV, 1990). Koliko vrane doprinose smanjenju brojnosti pravokrilaca na obradivim površinama pokazuju istraživanja ANOHINE, koja konstatuje da se zbog ishrane mladunaca njihovo prisustvo smanjuje 2-6 puta u okolini kolonije i to na udaljenosti do 6 km. Mladunci gačca se najčešće hrane tvrdokrilcima (60%), pravokrilcima (32%) itd. Ovaj spektar ishrane može da obuhvati preko 50 vrsta štetnih insekata. PIVAR (1975) u želucu mladih gačaca nalazi po 50 jedinki stepskog popca i 36 imaga kukuruzne pipe, a u vreme oranja ova ptica za jedan obrok uzima preko 10 larvi skočibuba. U ishrani kreje (*Garrulus glandarius*) u znatnoj meri su zastupljeni mnogi insekti i glodari. Naročito se rado hrani miševima, često ih uništi više nego što može da pojede i tom prilikom jede samo mozak.

U cilju smanjenja gustine populacija pojedinih štetnih vrsta insekata i mišolikih glodara biološki vid borbe može biti efikasniji biomanipulacionim zahvatima u smislu negovanja odgovarajućeg staništa za ptice koje će doprineti uvećanju njihove brojnosti ili omogućiti njihovo naseljavanje. Ovo se postiže podizanjem i gajenjem poljskih šumaraka, vetrozaštitnih pojaseva i sl.

Ptice grabljivice takođe imaju veoma važnu ulogu u regulaciji brojnosti raznih poljskih šteočina, naročito sitnih glodara. Najznačajnije vrste ovih prirodnih regulatora su orao krstaš (*Aquila heliaca* – najčešće se hrani tekunicom), stepski orao (*Buteo rufinus* – tekunica i insekti), orao kliktaš (*Aquila pomarina* – sitni sisari, gmizavci, ribe, crvolike životinje i životinjski leševi), orao mišar (*Buteo buteo* – voluharice, miševi, krtice, žabe, gmizavci, ptice, insekti, crvi i puževi), stepski soko (*Falco cherrug* – mladunci ove ptice se hrane gotovo isključivo tekunicom, a odrasli pticama, malim sisarima i insektima; lovi i životinje koje su krupnije od njega), crvena vetruška (*Falco naumanni* – sitne ptice i sisari, veliki insekti) i dr. Posebno treba istaći orla mišara kao najboljeg prirodnog regulatora brojnosti miševa. U želucu jedne jedinke nalaženo je po 30 miševa u toku dana što za vreme jedne sezone iznosi oko 10.000 jedinki (MARČETIĆ, 1971). Za razliku od grabljivica (red *Accipitres*), koje love danju, treba navesti i sove (red *Striges*), koje su pretežno prilagođene na noćni način života. Pored sitnih sisara (učešće sitnih glodara u hrani iznosi 75-95%) u njihovom spektru ishrane zastupljeni su ptice, zečevi, žabe, gušteri i insekti. U toku noći pojedine vrste sova mogu da pojedu 10-15 voluharica. Jedan par sa tri potomka šumske sove (*Strix aluco*) konzumira preko 4.000 sitnih glodara (miševi i voluharice). U crevnom sadržaju kukuvije (*Tyto alba*) je konstatovano učešće sitnih sisara sa 89-96%. gde dominiraju štetočine u biljnoj proizvodnji (MIKUŠKA i VUKOVIĆ, 1980, MIKUŠKA i sar., 1986). Proučavajući ishranu kukuvije u zapadnoj Bačkoj, PURGER (1990) je zabeležio da su sitni sisari (bubojedi i glodari) zastupljeni sa preko 95% (*Soricidae* – 20%, *Muridae* – 24% i *Arvicolidae* – 54%).

Bubojedi (*Insectivora*)

Insektivore čine važnu komponentu u nizu prirodnih neprijatelja štetočina. Međutim, i pored toga što im osnovnu hranu čine mnoge vrste štetnih insekata i glodara, neke vrste bubojeda mogu da pričine izvesne štete u biljnoj proizvodnji, naročito u prolećnom periodu. Najznačajnije insektivorne vrste sa stanovišta suzbijanja poljoprivrednih štetočina su krtica, jež i rovčice.

Krtica (*Talpa europaea*) je široko rasprostranjena i pre svega naseljava povrtnjake i livade, a može se sresti i na površinama pod ratarskim kulturama. Ovoj vrsti ne pogoduju peskovita i močvarna zemljišta. Hrani se larvama insekata (skočibube, sovice, gundelji, pipe i dr., zatim kišnim glistama i sitnim glodarima). Veoma je proždrljiva i količina unete hrane u toku dana može da iznosi i do 50 g larvi insekata (npr. 100 larvi gundelja), što je 1,5 puta više od njene telesne mase.

Životni prostor ježa (*Erinacius europaeus*) su površine u blizini ljudskih naselja (bašte, parkovi, šumarci). To je sumračna životinja, a danju se skriva u grmlju ili ispod lišća. Hrani se insektima, ptičjim jajima, sitnim glodarima, a povremeno i raznim plodovima. Tokom godine jedan jež može da pojede 35–45 kg hrane u kojoj 95% učestvuju insekti (skakavci, rovci, gusenice sovica i drugih leptira, odrasli gundelji, pipe, trčuljci i dr.)

U Evropi žive tri vrste rovčica iz roda *Crocidura* (*C. leucodon* – poljska rovčica, *C. russula* – kućna rovčica i *C. suaveolens* – baštenska rovčica). Naseljavaju polja i bašte, a zimi se često nalaze u štalama i kućama. Hrane se puževima, kišnim glistama, insektima i sitnim kičmenjacima,

a dnevno mogu da pojedu do četiri puta veću količinu hrane u odnosu na svoju masu. Rovčice imaju veoma intenzivan metabolizam, a pojedine vrste u toku 24^h spavaju i do 78 puta (što ukupno čini 11 časova i 44 min.), dok za to vreme, u budnom stanju, 121 put uzimaju hranu.

Zveri (*Carnivora*)

Zveri, zajedno sa mnogim vrstama ptica pevačica i ptica grabljivica, predstavljaju značajne regulatore brojnosti štetnih insekata i sitnih glodara. Znaci njihovog prisustva u ekosistemu su karakteristični tragovi, ekskrementi i ostaci plena u vidu dlake, perja i kostiju. Za njih je karakteristično da ne padaju u zimski san, a samo neke miruju u toku hladnoće. Navažnije vrste u suzbijanju štetočina biljne prozvodnje pripadaju porodicama pasa (*Canidae*), mačaka (*Felidae*) i kuna (*Mustelidae*).

Canidae

Lisica (*Vulpes vulpes*) naseljava šume kao i otvorena polja sa grmljem, ali se može sresti i u blizini naselja. Pretežno je aktivna u sumrak i noću. Živi pojedinačno. Pre svega se hrani mišolikim glodarima (jedna lisica u toku dana može da pojede i do 40 poljskih voluharica), zatim pticama, mladim zečevima i lešinama, a svoje mladuce u početku hrani gundeljima, pa je eventualna štetnost manja od korisnosti.

Felidae

Divlja mačka (*Felis silvestris*) živi usamljeno u gustim šumama planinskog područja sa grmljem, kao i u šumskom pojasu rečnih dolina. Njena aktivnost je vezana većinom za sumračni i noćni period. Hrani se miševima, zečevima, kunićima, sitnim kičmenjacima i insektima. U njenom želucu se može naći i do 25 sitnih glodara, pretežno poljskih voluharica.

Mustelidae

Kuna zlatica (*Martes martes*) i kuna belica (*M. foina*) se sreću u šumama, parkovima i u ljudskim naseljima (ambari, skalidšta i sl.). Aktivne su pretežno u sumrak i noću, a u njihovoj ishrani značajno mesto zauzimaju neki glodari, ptice i insekti.

Tvor (*Mustela putorius*) naseljava polja, livade i močvare. Zimi se približava ljudskim naseljima. Hrani se tokom sumraka i noći miševima, pacovima, krticama, žabama, gmizavcima, ribama, pticama, insektima, puževima i kišnim glistama.

Lasica (*Mustela nivalis*) živi na suvim livadama, poljima, u svetlim šumama i uz ljudska naselja. Njena aktivnost je vezana za perod sumraka i noći, a hrani se pre svega mišolikom glodarima, krticama, kunićima, pticama i njihovim jajima.

Jazavac (*Meles meles*) ima životni prostor većinom u manjim šumama u blizini livada i polja. To je sumračna i noćna životinja, a tokom zime veoma kratko miruje. U spektru ishrane su najčešće zastupljene crvolike životinje, larve insekata, miševi, žabe, životinjski leševi, ali i hrana biljnog porekla (žitarice, žir, razne bobice, gljive i korenje).

Pored visokog biotičkog potencijala, na uvećavanje gustine populacija pojedinih vrsta mišolikih glodara utiče i niska brojnost njihovih prirodnih neprijatelja (ptice grabljivice, lisica, tvor, lasica itd. MIKEŠ i sar., 1977, 1983).

Paraziti prouzrokovači bolesti

Pored ovih najznačajnijih životinjskih grupa koje učestvuju kao regulatori štetočnina u biljnoj proizvodnji, treba istaći ulogu virusa, bakterija, gljiva, protozoa i mikoplazmi koji su najčešći i veoma značajan uzrok prirodnog snižavanja brojnosti populacija štetnih insekata izazivajući razna oboljenja.

Najvažnije viroze su dosada zabeležene na vrstama iz reda *Lepidoptera*. Istovremeno, preparati proizvedeni od virusa se primenjuju za suzbijanje različitih vrsta sovica na kukuruzu, duvanu i pamuku.

Od bakterija posebno treba istaći *Baccilus thuringiensis* za koju KANDUBIN (1989) navodi preko 30 rasa. Ova bakterija se danas široko primenjuje kao biopesticid u suzbijanju kukurznog plamenca, sovica, metlica i drugih *Lepidoptera* koje se javljaju kao štetočine kukuruza i drugih ratarskih kultura. Takođe se koristi u suzbijanju komaraca. Najveći uspeh u prizvodnji biopesticida dosada je postignut upravo sa ovom vrstom bakterije. Tako je primenom navedenog preparata u Francuskoj smanjena populacija gusenice kukuruznog plamenca do 75% uz istovremeno povećanje

prinosa za 17%. Bakterodencid, preparat proizveden na bazi bakterije *Salmonella enteridis*, upotrebljava se za redukciju brojnosti populacija raznih vrsta glodara.

Gljivica *Entomophtora aphidis* izaziva oboljenja mnogih vrsta lisnih vaši. Za rod *Beauveria* karakteristično je da izaziva mikoze kukuruznog plamenca, skočibube i gundelja. Neke vrste nematofagih gljiva hrane se korenovim nematodama.

NASEDKINA i GAVRILOVA (1989) ističu, za Rusiju, široku proizvodnju mikrobioloških preparata među kojima je 7 sačinjeno od virusa, 5 od bakterija, 6 od gljiva.

Od protozoa su značajne vrste iz roda *Nosema* koje mogu da smanje brojnost izazivajući oboljenja kod podgrizajućih i drugih sovica, kukuruznog plamenca i gundelja, kao i za kulturu svilene bube u procesu proizvodnje prirodne svile.

Intenzivna pljoprivreda podrazumeva uspostavljanje ravnoteže između potrošnje i obnove prirodnih resursa. Usmeravajući biocenotičke procese sa namerom da se poveća poljoprivredna proizvodnja kao i ubrzavanjem i menjanjem tokova materije i energije u agroekosistemu (i čitavoj biosferi) čovek remeti tok biogeohemijskih ciklusa u ekosistemima, posebno kruženje nutrijentnih elemenata. Ekološka kontrola, zajedno sa i biološkom borbom, ima veoma značajnu ulogu u sprečavanju acikličnih poremećaja kruženja materije. Korišćenje agroekosistema, kao dela ukupnih prirodnih resursa, mora se ograničiti do intenziteta koji omogućuje integralni pristup, koordinaciju, optimalnu cirkulaciju i regeneraciju u cilju njegovog samoodržavanja i samostalnog obnavljanja. Ovo u suštini podrazumeva racionalno korišćenje poljoprivrednih resursa uz striktno izbegavanje procesa koji bi izazvali ireverzibilne promene na nivou agroekosistema.

Zaštita bilja i celokupnog agroekosistema podrazumeva, kao i zaštita prirode, konstantnu primenu fundamentalnih ekoloških zakonitosti. Samo se ovakvim pristupom mogu pravilno usmeravati čovekove intervencije u prirodi. Na taj način, ekologija kao nauka ukazuje na puteve koji su neophodni za koegzistenciju čoveka i prirode. Primena odgovarajućih agrotehničkih mera, korišćenje ekoloških saznanja pri formiranju i zaštiti agroekosistema, uz istovremeni brižan odnos prema prirodi, su tri integralna i neraskidiva aspekta koji ne isključuju jedan drugog. Poljoprivredno zemljište treba posmatrati kao agroekosistem i može se sačuvati samo poštovanjem osnovnih ekoloških principa koji se odnose na primarne ekosisteme.

„Priroda se ne sveti ljudima, ali im podnosi svoje račune!" (DARVIN)

LITERATURA

ACS, F., MIHAJLOVIĆ, D. (1983): Calculation of soil thermal changes. J. of Hun. met. serv., 7, 4, 200-205, Budapest.

ADAMOVIĆ, Ž. (1959): The Maroccan Locust (*Dociostaurus maroccanus Thunberg*) in North Banat, Serbia. Glasnik prirodnjačkog muzeja 13, 3-123, Beograd.

BAJEV, S. (1970): Proučvane vrhu hraneneto na blagorodnija elen (*Cervus elaphus L.*) v severoiztočna Blgarija. Gorskostop. nauka, 6, 77-88, Sofija.

BALTZER, R. (1956): Die Regenwuermer Westfalens. Eine tiergeographische, oekologische und sinnesphysiologische Untersuchung. Zool. Jahrb. Syst. 84, 355-414.

BANOVAČKI, Z., TEPAVČEVIĆ, A., GLUMAC, S. (1996): An application of a mathematical model in insects threshold studies. Zb. Mat. srp. za prir. nauk., sv. 90, 89-93, Novi Sad.

BAVER, L. D. (1961): Soil Physics, third ed., John Wiley & sons, Inc., New York London.

BELECKI, E. N. (1986): Zaščita rastenij, 12, 16-18, Moskva.

BERGER, H. (1975): Pflanzenarzt, 11, 129-130.

BERIŠVILI, I. M., AHVLEDIANI, E. N. (1971): Tr. In. zaščiti rastenij, Gruz.SSR, 1970, 22, 22-24.

BREWER, R. (1994): The Science of Ecology. Sec. Ed. Saunders College Publishing, Ft. Worth.

BOGDANOV, V. (1965): Zavisimost meždu temperaturo, intenzivnostju pitanija i količestvom otnoženih jaic obiknovenovo (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) i černovo (*Psalidium maxillosum* F.) sveklovičnih dolgonosikov. Hemizacija poljoprivrede, 9/12, Beograd.

BRAJKOVIĆ, M., KRUNIĆ, M., RADOVIĆ, I. (1986): Neki aspekti otpornosti na niske temperature razvojnih stadijuma dudovca *Hyphantria cunea* Drury. Arh. za polj. nauke, 47, 165, 63-167.

CALKINS, C. O. i sar. (1970): J. econ. Entomol., 63 (3), 541-543.

CAIRNS, J. (1980): The recovery process in damaged ecosystem. Ann Arbor Science Publichers Inc. Ann Arbor, Mich. USA.

CARL, K. P i sar. (1976): A review of biological control in western and southern Europe (in ed. Greathead, D.J.). Commonwealth agricultural bureaux, Fanham Royal, Slogh, England.

CLARKE, G. (1965): Elements of ecology. John Wiley & Sons, Inc., New York, London, Sydney.

CLEMENTS, F. E., SHELFORD, V. E. (1939): Bio-ecology. McGraw-Hill, New York.

COMMONER, B. (1971): The closing circle. A.A.Knopf, New York.

CULLINEY, TH. W, PIMENTEL, D. (1986): Agr. Ecosyst. and Environ., 4, 253-256.

ČAMPRAG, D. (1963): Prognoza pojave obične repine pipe u Bačkoj i Banatu u 1963.g. Biljni lekar, 4, 1-3, Beograd.

ČAMPRAG, D. (1969): Prognoziranje pojave štetočina ratarskih kultura u Vojvodini i naredni zadaci. Zb. rad. Savetovanja o novijim dostignućima u zaštiti bilja, Zagreb, 13-14. II, 1969, 71-93, Zagreb.

ČAMPRAG, D. (1973): Štetočine šećerne repe. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

ČAMPRAG, D., JOVANIĆ, M., SEKULIĆ, R., STAMENKOVIĆ, S. (1974): Savremena poljopivreda, 5-6, 93-101, Novi Sad.

ČAMPRAG, D. (1976): Metlica *Loxostege sticticalis* L. – život i suzbijanje, Beograd-Novi Sad.

ČAMPRAG, D. (1980): Štetočine pšenice, raži, ječma i ovsa i njihovo suzbijanje. NIRO „Mala poljoprivredna biblioteka", Beograd i Poljoprivredni fakultet, Institut za zaštitu bilja „Dr Pavle Vukasović", Novi Sad,

ČAMPRAG, D. (1984): Savremena poljoprivreda 9-10, 389-406, Novi Sad.

ČAMPRAG, D., ĐURKIĆ, J, SEKULIĆ, R i sar. (1985): Zaštita bilja, 174, 399-406, 407-416, Beograd.

ČAMPRAG, D. (1992): Štetočine šećerne repe i integralna zaštita bilja. VANU, 1992.

ČAMPRAG, D. (1994): Integralna zaštita kukuruza od štetočina. Štamparija „Feljton", Novi Sad.

ČAMPRAG, D., SEKULIĆ, R. (1994): Suša i štetočine ratarskih kultura. Polj. fak, Inst za rat. i pov., zbor. rad. 22, 7-20.

ČAMPRAG, D., SEKULIĆ, R., KEREŠI, T. (1994): Proučavanje dinamike brojnosti *Mamestra* vrsta na šećernoj repi u periodu 1962-1993. Godine. (In ed. Šestović, M. I sar. Zaštita bilja danas i sutra), 239-248, Beograd.

DANILOVSKIJ, A. S. (1936): Rolj pitajušćih rastenij v biologii lugovogo motiljka. Russk. entom. obozr., XXVI, 1/4, 1935, 91-110, Leningrad.

DOLIN, V. G. (1970): Provoločniki. Zašćita rastenij, 9, 27-29, Moskva.

DRAŽIĆ, D. (1983): Glasnik zaštite bilja,11-12, 413-414, Zagreb.

DUMAN, J. G., MORRIS, J. P., CASTELLIND, F. J. (1984): Purification and composition of an ice nucleating protein from queens of the hornet *Vespula maculata*. J. comp. Physiol. B, 154, 79-83.

DUSAUSSOY, G. (1964): L' elevage permanent de *Mamestra (Barathra) brassicae* L. comme insecte test de preparations pathogenes ou insecticides. Ann. des epiphyties, Vol. 15, 2, Paris.

ĐUKIĆ, N. (1978): Fauna *Oligochaeta* u okopavinama Vojvodine. Zb. Rad. Prir. Mat. Fak. Univ Novi Sad. Knj. 8, 355-363.

ĐUKIĆ, N. (1983): Sastav i dinamika *Oligochaeta* na oglednim trajnim površinama u Rimskim Šančevima. Zb. rad. PMF Univ. Novi Sad, ser. biol. br. 13, Novi Sad.

ĐUKIĆ, N., MALETIN, S. (1991): Uticaj ekoloških faktora i agrotehničkih mera na dinamiku i rasprostranjenost *Oligochaeta* u Vojvodini. Zb. Rad. Prir. Mat. Fak. Univ. Novi Sad, ser. Biol. 21, 31-39.

ĐULIZIBARIĆ, T (1966): Mogućnost hemijskog suzbijanja kukuruznog plamenca *Ostrinia (Pyrausta) nubilalis* Hbn. s obzirom na njegovu biologiju, ekologiju i nov način gajenja kukuruza u Jugoslaviji. Dok. dis., Zaštita bilja, 89-90, 1-180, Beograd.

ĐURKIĆ, J. (1963): Kretanje populacije žičara na terenu Rimskih Šančeva u periodu od 1957 do 1963.g. Zb. rad. inst. za polj. istr., jubilarna sveska, 1938-1963, 365-374, Novi Sad.

ĐURKIĆ, J., ČAMPRAG, D. (1980): Jug. savetovanje o primeni pesticida, 1979, 1, 77-81, Beograd.

ELTON, C. S. (1927): Animal ecology. Sidgwick and Jackson, London.

ELTON, C. S. (1958): The Ecology of Invasions by Animals and Plants. Methuen, London.

ELTON, C. S. (1966): The Pattern of Animal Communities. Methuen, London.

FARROV, R. A. (1991): Bull. OEPP, 3, 683-696.

FOOT, V. H., TIMMINS, P. R. (1973): Can. Entomol. 105, 3, 449-458.

GENOV, P. (1981): Ekol. pol., 1, 117-136.

GLADKINA, T. S. (1990): Zaščita rastenij, 10, 16-18, Moskva.

GLUMAC, S., VUKASOVIĆ, P. (1964): Factors affecitng the diapause and number of generations of the european corn borer (*Pyrausta nubilalis* Huebn.). Influence of food and light. XII Intern. Entomol. Congress, London.

GLUMAC, S., KOLEDIN, Đ., HORVATOVIĆ, A. (1972): O uzrocima propadanja insekata na povišenoj temperaturi (delimična korekcija krive Bachmetjew-a 1907). Zb. za prir. nauk. Mat. srp., sv. 42, Novi Sad.

GLUMAC, S., JANKOVIĆ-HLADNI M., IVANOVIĆ, J., STANIĆ, V., NENADOVIĆ, V. (1979): The Effect of thermal stress on *Ostrinia nubilalis* Hbn. (*Lepidoptera, Pyralidae*) – I. The role of the neurosecretory cells in the survival of diapausing larvae. J. therm. biology, vol. 4.

GLUMAC, S., RUŠKUC, D. (1990): Temperatura praga razvića insekata kao ekološka adaptacija – Istraživanja na *Calliphora erythrocephala* Meig. (*Diptera*). Zb. Mat. srp. za prir. nauk., sv. 79, Novi Sad.

GLUPČE, R. i sar. (1980): Treći kongres o korovima, Zb. rad., 347-354, Banja Koviljača.

GOLOVANOVA, E.N. (1987): Zaščita rastenij, 11, 47-48, Moskva.

GONČARENKO, L. G. (1964): Morfologičeskie i biologičeskie osobenosti ličinki *Tanymecus dilaticollis* Gyll. (*Coleoptera, Curculionidae*). Zool. žur., 5, 774-776.

GONČARENKO, L. G. (1967): Ob ekologičeskom obosnovanii različnoj zaselenosti osnovnih polej sevooborota južnim serim dolgonosikom (*Tanymecus dilaticollis* Gyll.). Zool. žur. , 2, 221-228.

GOODEY, J. B. (1963): Soil and freshwater nematodes. Menthuen and Co LTD London, John Wiley and sons, New York.

GRADOJEVIĆ, M. (1934): Glasnik min. poljoprivrede i voda, 1, 62-72, Beograd.

GRADOJEVIĆ, M. (1950): Zaštita bilja, 1, 75-93, Beograd.

GRUBOR-LAJŠIĆ, G., BRAJKOVIĆ, M., ŠIMIĆ, S. (1991): Otpornost kukuruznog plamenca *Ostrinia nubilalis* Hbn (*Lepidoptera: Pyralidae*) na niske temperature. Zb. rad prir. mat. fak univ. Novi Sad, ser. biol. 21, 41-46, Novi Sad.

GRUBOR-LAJŠIĆ, G., BLOCK, W., PALANAČKI, V., GLUMAC, S. (1991): Cold hardiness of overwintering di-

apause larvae of *Ostrinia nubilalis* in Vojvodina, Yugoslavia. Cryo-Leters 12, 177-182.

GRUBOR-LAJŠIĆ, G., BLOCK, W., JOVANOVIĆ, A., WORLAND, R. (1996): Antioxidant enzymes in a larvae of the antarctic fly *Belgica antarctica*. Cryo-letters 17, 39-42.

HADŽISTEVIĆ, D (1973): Zaštita bilja, 123, 89-95, Beograd.

HOMONNAY, F., HOMONNAYNE, E. (1990): 156-215 (in Jermy, T., Balasz, K. et al.: A noevenyvedelmi allattan kezikoenyve, 3/a, Budapest).

HORVATOVIĆ, A., JAMA. N., BARŠI, L. (1985): Sastav i dinamika populacija *Nematoda* na obrađenim površinama okoline Bačkog Dobrog Polja. Bil. druš. ekol. BiH, ser B, 4, III, 139-143, Sarajevo.

HORVATOVIĆ, A., JAMA. N., BARŠI, L. (1986): Efekat primenjenih pesticida na sastav i dinamiku populacija terikolnih nematoda. Zb. rad. PMF univ. Novi Sad, ser. biol., 16, 99-109, Novi Sad.

ILIČEV, V. (1987): Ohota i ohot h-vo. 6, 1-2.

JAKOVLJEV, B. V. (1963): Rol agrotehniki v borbe s vrediteljami selskohozjajstvenih kultur. Moskva.

JANKOVIĆ, M. (1995): Razvoj ekološke misli u Srbiji. EKO Centar, Beograd.

JOVANIĆ, M., STAMENKOVIĆ, S. (1976): Pojava i suzbijanje metlice u Vojvodini 1975. godine. Savremena poljoprivreda, XXIV, 1/2, 75-90, Novi Sad.

KALOTAS, ZS. (1986): Aquila, 92, 175-239.

KANDUBIN, N. B. (1989): Bakterijalnije sredstva borbi s grizunami i vrednimi nasekomimi: Teorija i praksa. Moskva.

KASTORI, R. (1995): Zaštita agroekosistema. Feljton, Novi Sad.

KATIĆ, P., ĐUKANOVIĆ, D., ĐAKOVIĆ, P. (1979): Klima SAP Vojvodine. Polj. fak., inst za rat. i pov., Novi Sad.

KOJIĆ, M. (1992): Četvrti kongres o korovima, zb. rad., 5-17, Banja Koviljača.

KOPPANYI, T., KOVACS, B. (1957): Debreceni Mezögazdasági Akademia Évkönyve, 297-308, Debrecen.

KOŽANČIKOV, I. V. (1935): Eksperimentalnie isledovanija po vlijaniju temperaturi na razvitie lugovogo motiljka. Zaščita rastenij, 7, 44-63, Leningrad.

KOŽANČIKOV, I. V. (1961): Metodi isledovanija ekologii nasekomih, Moskva.

KRSMANOVIĆ, LJ. i sar. (1987): Mat. srp.. zb. za prir. nauk., 73, 69-80, Novi Sad.

KRUNIĆ, M., BRAJKOVIĆ, M. (1982): Otpornost na niske temperature u toku ontogeneze *Tortrix viridana* L. (*Tortricidae, Lepidoptera*). Arh. biol. nauka, 34, 1-4, Beograd.

LEE, R. E., DENLINGER, D. L. (1991): In eds.: Insects at low temperature. Chapman and Hall, London.

LUŠIN, V. i sar. (1971): Biljna zaštita 1, 5-29, Zagreb.

LJUBENOV, J. (1961): Prinos k biologijat na pšeničnia trips (*Haplothrips tritici* Kurd.) u nas i vzmožnosti za ograničavane poreženijata ot nego. Izv. na centar. NIZR, I, 205-238, Sofija.

MA, S. J. (1987): Agricultural Eco-Engineering in China. Science Press, Beijing.

MACELJSKI, M. (1967): Fitofarmacija. Polj. fak. Zagreb.

MANNINGER, G. A., HUZIAN, L. et al. (1955): A cukorrepakartevoek eloerejelzese Magyarországon, Budapest.

MANNINGER, G. A. (1972): Prognozis alapjan megtakarithato vagy elvegezheto preventiv vedekezes a noevenyvedelemben (doktorska disertacija). Budapest.

MANOJLOVIĆ, S. (1989): Zaštita bilja, 188, 115-130, Beograd.

MARČETIĆ, M. (1971): Ptice grabljivice. Novi Sad.

MAYR, E. (1969): Principles of Systematic Zoology. McGraw Hill, Co, N.York, pp.I-XII, 1-428.

MESZAROS, Z. 1969): Fenologija i gradologija nekih *Lepidoptera* štetočina kukuruza sa posebnim osvrtom na prognozu. Savremena poljoprivreda, 5/6, 541-549, Novi Sad.

MIHAJLOVIĆ, D., ACS, F. (1984/1985): Temperaturna provodljivost i brzina prodiranja temperaturnog talasa u černozemu lesne terase južne Bačke. Zb. rad. poj. fak., inst. za rat. i pov., 35-46, Novi Sad.

MIKEŠ, M. (1959): Rad vojvođanskog muzeja, 8, 179-190, Novi Sad.

MIKEŠ, M. (1992): XVI seminar iz zaštite bilja Srbije, Zlatibor, 81-92.

MIKEŠ, M., TODOROVIĆ, M., SAVIĆ, I. (1977): Stanje teriofaune u ekosistemima Vojvodine. Arh. biol. nauka, 29 (3-4), 131-140, Beograd.

MIKEŠ, M., SAVIĆ, I., TODOROVIĆ, M. (1979): Ponašanje i orijentacija u prostoru vrste *Apodemus flavicollis*. Drugi Kongres ekologa Jugoslavije – Zbornik II, 1577-1581, Zagreb.

MIKEŠ, M. i sar. (1983): Čovek i biljka, Mat. srp., 527-532, Novi Sad.

MIKEŠ, M., HABIJAN-MIKEŠ, V. (1986): God. biol. inst., 39, 81-94, Sarajevo.

MIKEŠ, M., HABIJAN-MIKEŠ, V., SAVIĆ, I., MIKEŠ, B. (1990): Komparativna analiza kopačke aktivnosti ne-

kih sisara terobionata. Zb. Mat. srp. za prir. nauke, 79, 27-40, Novi Sad.

MIKUŠKA, J., VUKOVIĆ, S. (1980): Larus, 31-32, 269-288, Zagreb.

MIKUŠKA, J. i sar. (1986): Larus, 36-37, 77-88, Zagreb.

MILOJIĆ, B. (1988): Savremena poljoprivreda, 1-2, 83-91, Beograd.

MILOJIĆ, B. (1989): Aktuelni problemi ratarske proizvodnje, Beograd.

MILOJIĆ, B (1990): Sistem biološkog ratarenja, Beograd.

MINORANSKI, V. A. (1985): Zaštita rastenij, 9, 18-9, Moskva.

MOLNAR, I. (1987a): Poljoprivrednik 1644, Novi Sad.

MOLNAR, I. (1987b): Zbornik radova Inst. za rat. i pov., 15, 33-40, Novi Sad.

MOLNAR, I. (1993): Savremena poljorpivreda, 6, 108-112, Novi Sad.

MRŠIĆ, N. (1991): Monograph on earthworms (*Lumbricidae*) of the Balkans, I, II, Ljubljana, SAZU, 31.

NAGY, B. (1964): Adatok a marokkoi saska (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.) Magyarországi elöfordulásához és elöhelyi viszonyaihoz. Noevenyvedelmi K.I. evkoenyve, IX, 263-299, Budapest.

NAGY, B. (1966): A gabonafutrinka *Zabrus tenebrioides* Goez. elöerejelzese. Növényvédelem, 1, 42-48, Budapest.

NASEDKINA, G. A., GAVRILOVA, V. N. (1989): Zaščita rastenij, 8, 52-55, Moskva.

NAUMOV, N. P. (1948): Očerki sravniteljnoj ekologijii miševidnih grizunov. Moskva-Leningrad.

NIKITINA, T.H., EŠAJEV, V.E. (1990): Biol. resursi i probl. ekol. Sibiri: Tez. dokl. 3 region. konf. mal. učenih, Ulan-Ude, 24-25.

NIKOLIŠ, V., ČAMPRAG, D. (1956): Ispitivanje leta lisnih vaši prenosilaca viroza šećerne repe u 1954. i 1955. godini. Biljna proizvodnja, 5, 203-210, Zagreb.

NONVEILLER, G. (1960): Biološke odlike imaga malih gundelja (tribus *Rhizotrogini*, fam. *Scarabaeidae, Coleoptera*) sa posebnim osvrtom na njegovo rojenje. Arh. za polj. nauk., VII, 16, Beograd.

NORTON, C. D. (1978): Ecology of plant-parasitic Nematodes. Wilev-interscience Publication, John Wiley et Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto.

ODUM, E. P. (1945): The Concept of the Biome as Applied to the Distribution of North American Birds. Wilson Bull. 57:191-201.

ODUM, E. P. (1953): Fundamentals of Ecology. 3rd ed., W.B. Sunders, Philadelphia.

ODUM, E. P. (1963): Ecology. Modern Biology Series. Holt, Rineh, Winston, New York.

ODUM, E. P. (1986): Osnovi ekologiji. Mir, Moskva.

ODUM, E. P. (1989): Ecology and our Endangered Life-Support Systems. Sinauer Associeates, Sunderland, Mass.

ODUM, H. T. (1957): Trophic Structure and Productivity of Silver Springs, Florida. Ecol. Monogr. 27: 55-112.

ODUM, H. T. (1977): The ecosystem, energy, and human values. Zygon 12: 109-133.

PANEV, D. (1981): Gorskostop. Nauka. 5, 70-80. Sofija.

PASOL, P. (1964): Lucrari stiintifice, ser. A, VII, Facul. de Agricultura, 95-100, Bucuresti.

PAULIAN, F. (1973): 350-408 (in Muresan, T. et al.: Cultura porumbului, Bucuresti).

PAVLOV, I. F. (1971): Agrotehničkie metodi zaščiti rastenij. Moskva.

PETRUHA, O. I. (1959): Sveklovodstvo. Tom III, čast pervaja, vrediteli saharnoj svekli i meri borbi s nimi. VNIS, Kiev.

PIVAR, G. (1975): Ptice, biološka uloga u prirodi i u zaštiti čovekove okoline. Osijek.

PODKOPAJ, I. E. (1964): Vrediteli polevih kultur v uslovijah orošenija i meri borbi s nimi. Moskva.

POPOV, P., MIHAJLOVA, P., GOSPODINOV, G. (1968): Rkovodstvo po rastitelno zaščitna prognoza i signalizacija. Zemizdat, 1-210, Sofija.

PORTER, J. H. i sar. (1991): Agr. and Forest Meteorol., 1-3, 221-240.

PUJIN, V. (1973): Prilog proučavanj faune *Myriapoda* na oranici u području Vojvodine, Mat. srp., zb. za prir. nauk., 44, 71-77, Novi Sad.

PURGER, J. (1990): Larus, 41-42, 135-139, Zagreb.

RAJKOVIĆ, D. (1992): Taksonomija pregljeva (*Acarina, Tetranychidae*) i kompleks parazita i predatora na soji. Dok. dis., PMF, Novi Sad.

ROESSNER, J. (1971): Einfluss der Austrockung des Bodens auf wanderende Wurzelnematode, Nematologica 17, 127-144.

RUSSELL, E. J. (1950): Soil conditions and plant growth. Longman, 8 ed.,London.

RUŽIĆ, A. (1975): Arhiv za polj. nauke, 104, 153-160, Beograd.

RUŽIĆ, A. (1983): 151-167 (in: Kolektiv autora: Priručnik izveštajne i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura), Beograd.

SALT, R. W. (1961): Principles of insect cold hardiness. A Rev. Entomol., 6, 55-74.

SATCHELL, J. E. (1983): Earthworm Ecology. Chapman and Hall. London New York.

SAVIĆ, I. R. (1966): Ecology of the species *Spalax leucodon* Nordmann 1840 (Rodentia) in Yugoslavia. Bul. sci. A 11(10-12), 262.

SAVIĆ, I. R. (1967): Areal i vertikalna distribucija roda Spalax Guld. u Jugoslaviji. Ekologija 2 (1-2), 151-157, Beograd.

SAVIĆ, I. R. (1973): Ekologija vrste *Spalax leucodon* Nord. u Jugoslaviji. Zb. za prir. nauk. Mat. srp., 44, 5-70, Novi Sad.

SAVIĆ, I. R. (1975): Ekološki status glodara slepo kuče (*Spalax leucodon martinoi* Petrov 1977) u Deliblatskom pesku. Zb. rad. Deliblatski pesak III, 77-88, Beograd.

SAVIĆ, I. R. (1982): Familie Spalacidae Grey, 1821 Blindmause. In: Niethammer, J., Krapp, F. (Eds.). Handbuch der Saeugetiere Europas, Band 2/I, 539-584. Akad. Verlags., 649 pp. Wiesbaden.

SAVIĆ, I. R. (1985): Stanje i perspektive razvoja ekološkog obrazovanja i vaspitanja u SR Srbiji. Bil. Druš. Ekol. BiH, B3 (4), 65-73, Sarajevo.

SAVIĆ, I. R. (1989): Importance of the ecological approach to the environmental management. USEPA-FA-ITSEC Workshop on Innovation in Environmental Management, 17, 1-5, Zagreb.

SAVIĆ, I., TODOROVIĆ, M., MIKEŠ, M. (1976): Terioekološka istraživanja u stacionarima šumskih ekosistema i agrobiocenoza. Ekologija, 11 (2), 167-179, Beograd.

SAVIĆ, I., HABIJAN-MIKEŠ, V., MIKEŠ, M., MIKEŠ, B. (1984): Dinamika prostornog rasporeda i gustine populacije vrste *Nannospalax leucodon* (Nordm., 1840) na Deliblatskom pesku. Bil. dr. ekol. BiH, B3 (2), 199-203, Sarajevo.

SAVIĆ, I., STAMENKOVIĆ, S., MILENKOVIĆ, M., PAUNOVIĆ, M. (1994): Ekološke i zoogeografske karakteristike sisara Deliblatske peščare i južnog Banata. Deliblatski pesak – Zb. rad., VI, 201-218, Pančevo.

SAVIĆ, I., PAUNOVIĆ, M., MILENKOVIĆ, M., STAMENKOVIĆ, S. (1995): Diverzitet faune sisara (Mammalia) Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. – In Stevanović, V., Vasić, V. (eds.): Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. – Biološki fakultet i Ecolibri, Beograd.

SEKULIĆ, R. (1976): Prilog poznavanju fam. *Carabidae* kulture kukuruza na černozemu u srednjoj Bačkoj. Acta entomol. Jugoslavica, 1-2, 35-48, Zagreb.

SEKULIĆ, R., ČAMPRAG, D., KEREŠI, T., TALOŠI, B. (1987): Fluctuations of carabid population density in winter wheat fields in the region of Bačka, northeastern Yugoslavia (1961-1985). Acta Phytopthologica et Entomologica Hungarica, 22 (1-4), pp. 265-271.

SEKULIĆ, R., ČAMPRAG, D., KEREŠI, T., TALOŠI, B. (1989): A contribution to the knowledge of some species of *Coleoptera* in corn fields in Yugoslavia. Acta Phytopthologica et Entomologica Hungarica, 24 (1-2), pp. 189-193.

SEKULIĆ, R., ŠTRBAC, P., KEREŠI, T. (1997): Možemo li očekivati pad brojnosti repine pipe (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) u 1997? Zbornik radova XXI seminara agronoma, sv. 29, 501-512, Novi Sad.

SIMONS, W. R. (1973): Nematode survival in relation to soil moisture. Mededel. Landbouwhogeschool Wageningen, 73, 1-83.

SKOBLO, I. S. (1935): Pitanie i plodovitost lugovogo motiljka. Soopšćenie I. Vlijanie pitanija vodoj i saharnim rastvorom različnoj koncentracii na sozrevanie polovih želez i plodovitost baboček lugovogo motiljka (*Loxostege sticticalis* L.). Izv. nauč. instit. im. Lesgafta, tom 19 (I), 163-210, Leningrad.

SPEDDING, C, R. W. (1971): Outlook on Agriculture 6, 6, 242-247.

SPEDDING, C., R., W. (1975): The Biology of Agricultural Systems. Acad. Press, London, New York, San Francisco.

STANKOVIĆ, A. (1954): Repin moljac (*Phthorimaea ocellatella* Boyd.). Biološka i ekološka istraživanja u cilju utvrđivanja kompleksa mera borbe. Dok. dis. Inst.za zašt. bilja, posebna izdanja, 1-102, Beograd.

STANKOVIĆ, A., ČAMPRAG, D. (1965): Nova gradacija (*Phthorimaea ocellatella* Boyd.) u Jugoslaviji i efikasnost novih savremenih insekticida. Hemizacija poljoprivrede, 9/12, 445-454, Beograd.

STANKOVIĆ, S. (1935): Okvir života. Nolit, Beograd.

STANKOVIĆ, S. (1957): Ohridsko jezero i njegov živi svet. Kultura, Skoplje.

STANKOVIĆ, S. (1962): Ekologija životinja. Zavod za izdavanje udžbenika Narodne Republike Srbije, Beograd.

STOJČEV, O. A. (1973): Opasnejšie vrediteli propašnih kultur. Kišinev.

STOREY, K. B., STOREY, J., M. (1989): Freeze tolerance and freeze avoidance in ectotherms. Adv. Comp. Env. Physiol., 4, 52-58.

STRAKA, F. (1966): Rastitelna zaštita, 8, 36-40, Sofija.

STRAKA, F. (1967): Ekologija na obiknovenata polevka (*Microtus arvalis* Pall.). BAN, Sofija.

STRAKA, F (1970): Selskostopanska nauka, IX, 2, 31-35, Sofija.

ŠAPKAREV, J. (1978): Fauna na Makedonija IV, doždovni glisti – *Lumbricidae* (*Oligochaeta – Annealida*), Skopje.

ŠARIĆ, T. (1985): Opšte ratarstvo. NIRO Zadruga, Sarajevo.

ŠARIĆ, T., LOZANOVSKI, R. (1980): Prvi kongres o korovima, zb. rad., 65-71, Banja Koviljača.

ŠELUDKO, O. D. (1972): Rol ozimoj pšenici v umenšenii količstva južnavo seravo dolgonosika. Zrošuvane zemlerobstvo, 14, 40-42.

ŠMELEVA, V. A. (1954): Sveklovičnaja minirujušćaja molj i meri borbi s nej. AN USSR, 1-38, Kiev.

ŠTRBAC, P. (1993): Savremena poljoprivreda, 3, 75-82, Novi Sad.

TEŠIĆ, T. (1976): Prilog pručavanju leta lisnih vaši, tripsa, crne pšenične muve i rutave bube na strnim žitima. Zaštita bilja, 137/138, 361-370, Beograd.

TISCHLER, W. (1965): Agraroekologie. Veb Gustav Fischer Verlag Jena.

TODOROVIĆ, M., SAVIĆ, I., MIKEŠ, M. (1966): Activity rhythm of the species *Apodemus flavicollis* and *Clethrionomys glareolus* in relation to the size of their populations. Arch. Biol. Sci., 18 (3-4), 163-164, Beograd. (Translated from Serbo-Croatian).

TODOROVIĆ, M., MIKES, M., SAVIĆ, I. (1968): Untersuchungen zum Aktionsraum der Gelbhalsmaus, *Apodemus flavicollis* (Melchior 1834). Z. f. Saeugetierekunde, 33 (2), 100-106, Hamburg.

TODOROVIĆ, M., MIKEŠ, M., SAVIĆ, I. (1971): Krivulje individualnog rastenja u vrsta *Clethrionomys glareolus* i *Apodemus flavicollis*. Arh. biol. nauka, 23 (3-4), 167-177, Beograd.

TODOROVIĆ, M., MIKEŠ, M., SAVIĆ, I. (1974): Biometric analysis of the genus *Apodemus* in Vojvodina (Yugoslavia). Symp. theriologicum II – Proceedings of the Intern. Symp on Species and Zoogeography of European Mammals. Academia, 173-181, Praha.

TOTH, Z. (1972): ATE Mg. Kar Koezl., 15, 5-14, Mosormagyarovar.

TOTH, Z, TERSZTYANSZKY, G. (1973): A Mosonmagyarovari Mezogaz. kar Koezlemenyei, XVI, 4, 5-31.

TOTH, Z. (1984): Acta phytopathol. et entomol. Hung., 1-2, 13-29, Budapest.

UVAROV, B. P. (1931): Insetcts and climate. Trans. Entom. Soc. London, 79, 1-247.

VASIĆ, K. (1954): Sovice Srbije sa ekologijom štetnih vrsta u šumarstvu i poljoprivredi. Dok. dis. Polj. šumarski fakultet, Beograd.

VASILJEV, V. P. et al. (1973-1975): Vrediteli seljskohozjajstvenih kultur i lesnih nasaždenij. Tom. I 1973, II 1974, III 1975. Kiev.

VASILJEV, LJ. (1984): Problemot na skakulcite vo Makedonija so poseben osvrt na Prilepsko. Prilep.

VASILJEVIĆ, LJ. (1983): Najčešće pojave epifitocija i gradacija štetočina u poljoprivredi Jugoslavije. Drugi kongres zaštite bilja Jugoslavije, zb. rad., sv. 4, 161-182, Beograd.

VUČIĆ, N. (1981): Navodnjavanje i dve žetve godišnje, Novi Sad.

VUČIĆ, N. (1986): XX seminar agronoma, zb. rad., 133-143, Kupari.

VUČIĆ, N. (1987a): Monografija „Hrana i razvoj", 113-119.

VUČIĆ, N. (1987b): Vodni, vazdušni i toplotni režim zemljišta. VANU i Matica srpska, Novi Sad.

VUKASOVIĆ, P. (1926): O entomofagnim insektima parazitima i njihovom značaju u poljoprivredi. Glasnik entomološkog društva Kraljevine S.H.S., 1, 1-8, Beograd.

VUKASOVIĆ, P. (1934): O navali gusenice gubara (*Lymantria dispar*) u 1934.g. Arh. min. polj., I, 2, 1-32, Beograd.

VUKASOVIĆ, P. (1936): Prilog proučavanju gusenice gubara (*Lymantria dispar*) u 1935.god. Arh. min. polj., III, 4, 1-41, Beograd.

VUKASOVIĆ, P. (1950): Prilog proučavanju gubara (*Lymantria dispar*) u 1949.g. Glas. prir. muz., srp. Zem., ser. B, 3-4, 273-291.

VUKASOVIĆ, P. (1955): O velikim individualnim varijacijama pri piljenju neredovno prezimelih jaja (*Lymantria dispar* L.). Glas. prir. muz., srp. Zem., ser. B, 7, 3, 127-147.

VUKASOVIĆ, P. (1958): Opažanja o radu jajnika pasuljevog žiška *Acanthoscelides obtectus* Say. Let. Nauč. Rad. Polj. Fak. Novi Sad, sv. 2, 1-18.

VUKASOVIĆ, P., MARTINOVIĆ, A. (1959): Uticaj spoljnih i unutrašnjih faktora na plodnost pasuljevog žiška (*Acanthoscelides obtectus* Say). Let. Nauč. Rad. Polj. Fak. Novi Sad, sv. 3, 1-15.

VUKASOVIĆ, P., GLUMAC, S. (1961): Faktori koji utiču na dijapauzu i broj generacija kod kukuruznog moljca (*Pyrausta nubilalis* Huebn.). Savremena poljoprivreda 6, Novi Sad.

VUKASOVIĆ, P., GLUMAC, S. (1962): O uticaju količine hrane na razvitak populacije pasuljevog žiška. Let. Nauč. Rad. Polj. Fak. Novi Sad, sv. 6, 1-16.

VUKASOVIĆ, P. i sar. (1964): Štetočine u biljnoj proizvodnji I, Beograd.

VUKASOVIĆ, P., GLUMAC, S. (1965): Uticaj dužine osvetljenja i temperature na dijapauzu kod kukuruznog moljca (*Pyrausta nubilalis* Huebn.). Savremena poljoprivreda 6, 551-554, Novi Sad.

VUKASOVIĆ, P. i sar. (1967): Štetočine u biljnoj proizvodnji II, Beograd.

VUKASOVIĆ, P. i sar. (1969): Savremena poljoprivreda, 5-6, 653-659, Beograd.

VUKASOVIĆ, P., STOJANOVIĆ, T., ŠENBORN, A. i dr. (1972): Štetočine u skladištima, Novi Sad.

ZICSI, A. (1958): Freilandsuntersuchungen zur Kenntnis der Emphindlichkeit einiger Lumbriciden-Arten gegen trocknen Perioden. Acta Zool. Hung., 3, 369-383.

ŽUGEC, I. (1986): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos kukuruza u ekološkim uvjetima Slavonije. Dok. dis., Fak. polj. zn., Zagreb, 1984, Osijek.

REČNIK EKOLOŠKIH POJMOVA

A

abiotički faktori – skup fizičkih i hemijskih činilaca životne sredine koji deluju na organizme

adaptacija – sposobnost (svojstvo ili zbir svojstava) organizama koja im omogućava da se održe i prilagode uslovima sredine

agrarna biocenoza – v. agrocenoza

agrobiocenoza – v. agrocenoza

agrobiotop – biotop koji je pod stalnim dejstvom čoveka primenom agrotehničkih mera

agrocenoza – životne zajednice koje su nastale potiskivanjem i izmenom prvobitnih zajednica i održavaju se stalnom delatnošću čoveka (agrotehničke mere)

agroekologija – ekološka disciplina koja proučava agroekosisteme

agroekosistem – specifičan ekosistem koji je priveden poljoprivrednoj proizvodnji

agrosinuzija – uža biljna zajednica (mikrofitocenoza) koja predstavlja manji deo poljoprivrednog proizvodnog prostora

agrotehničke mere – mere kojima se formiraju uslovi za poljoprivrednu proizvodnju (obrada zemljišta, setva i njena struktura, plodored, đubrenje, navodnjavanje, suzbijanje korova, berba i žetva)

akcesorne vrste – vrste čiji se stepen konstantnosti u zajednici kreće od 25 do 50%

akcija – dejstvo kompleksa faktora biotopa na organizme

alohtone vrste – vrste koje su sekundarno dospele ili su unete u drugu biogeografsku oblast

amensalizam – interakcija između organizama različitih vrsta pri čemu je ovaj odnos negativan za jednog partnera, a za drugog je neutralan

amfibijski organizmi – organizmi čije su pojedine faze životnog ciklusa vezane za vodenu i kopnenu sredinu; organizmi koji imaju sposobnost da žive u vodi i na kopnu (vodozemci)

anabioza – stanje organizma u kojem su procesi razmene materije svedeni na minimum

anadrome vrste – migratorne morske vrste riba koje se mreste u kopnenim (slatkim vodama)

analitička ekologija – v. idioekologija

animalna ekologija – v. zooekologija

antifriz proteini – proteini koji sprečavaju formiranje kristala leda

antropogeni ekosistem – ekosistem koji je pod neposrednim i intenzivnim uticajem čoveka

antropogeni faktor – ljudski faktor

aplikativna ekologija – primenjena ekologija

areal – ukupan prostor u kojem se susreće jedna vrsta; geografski prostor kopna i vode koji jedna vrsta nastanjuje tokom svog životnog ciklusa uključujući i zemljište ili vodu koje vrsta prelazi u bilo kojem trenutku na svom migracionom putu

areal aktivnosti – deo staništa u okviru kojeg jedinke ili manji delovi populacije jedne vrste ispoljavaju svoje svakodnevne aktivnosti

autekologija – v. idioekologija

autohtone vrste – vrste koje na datom staništu izgrađuju biocenozu pod prirodnim uslovima bez uticaja čoveka

autohtoni areal – originalni areal u kojem žive autohtone (originalne) vrste

autohtoni ekosistem – prirodni ekosistem; ekosistem sa minimalnim dejstvom antropogenog faktora

autotrofi – organizmi koji imaju sposobnost sinteze organske materije iz neorganske supstance

autotrofni organizmi – v. autotrofi

aviovizuelna metoda – jedna od metoda koja daje opštu sliku o fazama dinamike populacije, pogodna za uočavanje žarišta (npr. štetočina u agrobiocenozama)

B

biljojedi – v. fitofagi

biljojedi artropodi – artropodi (zglavkari) koji se hrane biljkama ili biljnim delovima

biljojedi insekti – insekti koji se hrane biljkama ili biljnim delovima

bioakumulacija – nakupljanje alohtonih materija u biljnim i životinjskim ćelijama, tkivima i organima

biocenoza – v. životna zajednica

biocenoza gradskih i industrijskih naselja – specifična životna zajednica formirana u gradovima i industrijskim naseljima sa oskudnom vegetacijom („kulturna pustinja")

biodiverzitet (biološki diverzitet) – raznovrsnost i promenljivost (varijabilnost) živog sveta na jednom prostoru

biogeografija – nauka koja proučava rasprostranjenje organskih vrsta na Zemlji

biogeohemijski ciklus – v. kruženje materije

biohora – grupa sličnih biotopa, karakteristična za florističke i faunističke regione određenih klimatskih uslova

bioklimatogram – klimatogram koji je dopunjen graničnim vrednostima optimuma temperature i vlažnosti

„biološka borba" – primena prirodnih neprijatelja u eliminaciji ili znatnom smanjenju brojnosti štetočina u biljnoj proizvodnji metodama podsticanja prirodnih kapaciteta biocenoze i primenom bioloških sredstava

biološka kontrola – primena predatorskih i parazitskih vrsta protiv štetočina, parazita i korova u cilju redukcije njihove brojnosti

biološka produkcija – ukupna produkcija biomase u biocenozi (ekosistemu)

biom – viši nivo ekosistemske integracije koji predstavlja skup strukturno i funkcionalno sličnih ekosistema na određenom prostoru

bioprodukcija – v. biološka produkcija

biosfera – celokupni prostor na Zemlji naseljen živim svetom

biosistematika – deo biološke nauke koji se bavi sistematizacijom organizama

biotički faktori – dejstvo između organizama

biotički potencijal – obuhvata potencijal razmnožavanja i stopu preživljavanja za pojedine vrste; ima konstantnu vrednost za svaku vrstu

biotički sistemi biosfere – zajednice organizama povezane u sisteme (populacije, životne zajednice, ekosistemi, biomi)

biotop – v. stanište

„borba za opstanak" – oblici interakcije organizama i sredine iz koje na osnovu individualne promenljivosti i nejednakosti proizilazi prirodna selekcija (odnosi grabljivice i plena, odnosi prema bolestima, klimi, hrani itd.)

brojnost populacije – broj individua jedne vrste u definisanom prostoru

C

ciklične oscilacije – pravilna kolebanja gustine populacije date vrste u određenim vremenskim intervalima; npr. periodične oscilacije brojnosti populacija grabljivice i plena

D

degradacija (prirodne i životne sredine) – narušavanje odnosa između organizama i sredine

degradacija prirodnih sistema – postepeno pogoršavanje autohtonih (prirodnih) ekosistema

detritofagi – životinje koje se hrane detritusom biljnog i životinjskog porekla

dijapauza – faza mirovanja u toku razvića (privremeno prekidanje razvoja)

disjunktni areal – isprekidano rasprostranjenje vrsta ili grupa vrsta koje se nalaze u dva ili većem broju areala koji su odvojeni geografskim barijerama

disperzija – raspored organizama u prostoru koji nastaje kao posledica njihovog kretanja

dnevne životinje – životinje čija se aktivnost odvija tokom dana

dnevno-noćni periodizam – izmena lanaca ishrane tokom 24 časa

donji termički prag razvića – temperaturni uslovi koji su neophodni za početak razvića organizama

E

edafski faktor – kompleks klimatskih uticaja i fizičko-hemijskih osobina zemljišta

efekat staklene bašte – povećanje koncentracije ugljendioksida u atmosferi

ekoklima – suma ekoloških faktora u biotopu

ekologija – biološka disciplina koja proučava odnose između organizama i životnih zajednica sa životnom sredinom, kao i odnose koji postoje između samih organizama; nauka koja izučava odnose između organizama i njihove okoline

ekologija životinja – deo ekologije koji izučava životinjske zajednice (zoocenoze)

ekologija biljaka – deo ekologije koji proučava biljne zajednice (fitoceoze)

ekološka društva – udruženja ekologa na nivou grada, države ili na međunarodnom nivou

ekološka integracija – podrazumeva nekoliko kompleksnih nivoa od populacije, preko životne zajednice, do ekosistema i bioma

ekološka niša – sposobnost organizama da žive u određenoj sredini

ekološka svest – proces obrazovanja (edukacije) koji se izvodi u cilju propagande i razvoja ekoloških saznanja

ekološka valenca – ekološko variranje jednog ekološkog faktora u čijim okvirima je moguć opstanak određene vrste

ekološke agencije – preduzeća koja se bave izradom ekoloških projekata i studija

ekološki faktori – uticaj sredine (okoline) na neki organizam

ekološki mortalitet – uginjavanje jedinki jedne populacije usled delovanja nepovoljnih ekoloških faktora

ekološki optimum – najpogodniji uslovi za rast i produkciju organizama

ekološki principi – ekološke zakonitosti koje deluju u prirodi

ekološki spektar – skup ekoloških valenci pojedinih faktora i njihovo zajedničko delovanje na organske vrste

ekosistem – biogeocenoza; biotop+biocenoza; najviši stepen organizacije u ekologiji

ekshaustor (usisivač) – aparat za sakupljanje sitne faune (uglavnom *Arthropoda*) sa određene površine pod travnom vegetacijom

ekstremne temperature – minimalne i maksimalne temperature koje mogu da podnesu pojedini organizmi

ektoparaziti – paraziti koji žive na površini domaćina

emigracija – periodično kretanje jedinki ili grupa jedne populacije izvan granica biotopa bez naknadnog povratka

endoparaziti – paraziti koji žive u unutrašnjosti domaćina

entomofagi insekti – insekti koji se hrane drugim vrstama insekata

estivacija – smanjenje fizioloških aktivnosti organizama u periodu visokih spoljašnjih temperatura (letnji san)

eukonstantne vrste – vrste čiji se stepen konstantnosti u zajednici kreće od 75 do 100%

eurifagi – v. polifagi

euritermi – organizmi koji su adaptirani na širok dijapazon temperaturnih uslova spoljašnje sredine

eurivalentni organizmi – organizmi sa širokom ekološkom valencom

evoluciona ekologija – evolutivni aspekt u ekološkim proučavanjima

F

faktori sredine (okoline) – ekološki faktori

fakultativna dijapauza – dijapauza prouzrokovana nepovoljnim delovanjem spoljašnjih uslova

faunistika – deo zoologije koji pučava celokupan životinjski svet jednog regiona ili cele Zemlje; životinjski svet koji je karakterističan za pojedine geološke periode

fekunditet – fiziološki moguć broj jaja koji može da produkuje jedna ženka, a određen je naslednim faktorima

fenologija – nauka koja izučava reakcije živog sveta na dnevno-noćna i sezonska klimatska variranja

fertilitet – stvaran broj položenih jaja (ili procenat mladih koji se razvijaju iz jaja) ili broj novorođenih mladunaca

fini pesak – čestice veličine 0,2-0,02 mm

fitocenologija – deo biljne ekologije koji proučava biljne zajednice (fitocenoze)

fitoekologija – ekologija biljaka

fitofagi – životinje koje se hrane biljkama ili njihovim delovima

fitogeografija – nauka koja proučava rasprostranjenje biljaka na Zemlji

fiziološki mortalitet – uginjavanje jedinki od starosti (minimalna smrtnost)

floristika – deo botanike koji proučava celokupan biljni svet na Zemlji ili na pojedinim lokalitetima određenih područja ili geoloških perioda

fluktuacije – neperiodična kolebanja brojnosti populacije; kolebanja veličine populacije kada ova dostigne gornju asimptotu

fotokineza – pokreti organizama koji su izazvani uticajem svetlosnog izvora

fotoperiod – odnos dužine trajanja između dana i noći tokom 24 časa

fotoperiodizam – ciklične promene životnih pojava koje su povezane sa svetlosnim režimom

fotosinteza – proces koji se odvija u hloroplastima zelenih biljaka pri čemu se od ugljen-dioksida i vode u prisustvu svetlosti Sunca formira organska materija (ugljeni hidrati)

fototaksija (pozitivna i negativna) – pokreti životinja u pravcu ili nasuprot izvora svetlosti

fototropizam – zauzimanje određenog položaja organizama u odnosu na izvor svetlosti

fundamentalna ekologija – osnovna (teorijska) ekologija

G

glina – čestice veličine <0,002 mm

grabljivica – životinjska vrsta koja se hrani drugim životinjskim vrstama; u trofičkim lancima jedna grabljivica (predator) može biti plen za drugu grabljivicu koja se nalazi na višem trofičkom nivou

gradacije – fluktuacioni tip populacionog rasta; **kulminacija** – maksimalna brojnost populacije tokom perioda gradacije; **latenca** – period mirovanja između dve gradacije, kada je posmatrana vrsta sasvim malobrojna; **prograđacija** – početni deo gradacije koji karakteriše rapidno povećanje brojnosti populacije; **retrogradacija** – opadanje jačine invazije (gradacije)

gravitaciona voda – vodeni talog koji prolazi kroz slojeve zemljišta do nepropustljive podloge

grubi pesak – čestice veličine 2-0,2 mm

H

hemijski preparati – v. pesticidi

heterogeni raspored – neravnomerni raspored organizama u datom staništu uslovljen delovanjem abiotičkih i biotičkih faktora

heterotrofi – organizmi koji se hrane organskom materijom biljnog i životinjskog porekla

heterotrofni organizmi – v. heterotrofi

hibernacija – smanjenje fiziološke aktivnosti organizama u periodu niskih spoljašnjih temperatura (zimski san)

hidrobionti – organizmi koji žive u vodi

higrofilne životinje – životinje koje se mogu održati u sredini sa visokom relativnom vlažnošću

higroskopska voda – veoma tanak vodeni sloj koji oblaže koloidne čestice; nedostupna je korenovom sistemu biljaka usled delovanja sila adsorpcije

higrotaksije – pokreti životinja prema sredini određene vlažnosti

hiperparazitizam – odnos pri kojem paraziti žive na račun drugih parazita

hipertermija – povećavanje telesne temperature iznad normalnih fizioloških vrednosti

hipotermija – snižavanje telesne temperature ispod fiziološkog optimuma

homeotermi – organizmi sa stalnom telesnom temperaturom

homogeni raspored – ravnomerni raspored organizama u prostoru koji se inače retko sreće u prirodi

I

idioekologija – deo ekologije koji proučava odnose jedinke i životne sredine

imigracija – pridolazak (useljavanje) jedinki ili grupa individua jedne populacije u određeni lokalitet (biotop)

indeks rasta populacije – specifična stopa rasta, karakteristična za pojedine organske vrste, koja se ostvaruje u optimalnoj kombinaciji abiotičkih i biotičkih faktora

indiferentne (aritmične) životinje – životinje čija aktivnost nije uslovljena izmenama dnevno-noćnog ritma

individua – jedinka, primerak

integralna zaštita – kompleksna zaštita bilja koja podrazumeva korišćenje otpornih sorti i primenu raznovrsnih mera (karantinskih, agrotehničkih, mehaničkih, fizičkih, hemijskih i bioloških)

interakcija – međudejstvo; dinamičan sistem u kojem deluje kompleks abiotičkih i biotičkih faktora na nivou ekosistema

interspecifički odnosi – međusobni odnosi između jedinki različitih vrsta (kompeticija, koegzistencija, simbioza, predatorstvo, parazitizam i dr.)

intraspecifički odnosi – međusobni odnosi između jedinki iste vrste; manifestuju se kompeticijom u pogledu prostora, hrane, prilikom parenja itd.; kooperacija u podizanju mladih, lovu, odbrani teritorije, podeli rada kod socijalnih vrsta itd.)

introdukovane vrste – v. alohtone vrste

invazije – v. gradacije

ireverzibilne promene – nepovratne promene u ekosistemu koje dovode do njegovog oštećenja i degradacije; ove promene su najčešće izazvane delovanjem antropogenog faktora (seča šuma, isušivanje, neracionalna primena agrotehničkih mera i sl.)

J

jesenja ravnodnevica – period između leta i zime kada su dužina dana i noći jednake

K

kalamitet – naglo uvećanje brojnosti populacije pojedinih vrsta insekata

kalendar prirode – način prikazivanja fenoloških pojava tokom višegodišnjeg perioda

kapacitet sredine – sposobnost sredine (biotopa) da održi određenu gustinu pojedinih populacija koje ulaze u sastav biocenoze

kapilarna voda – voda koja se zadržava u sitnim zemljišnim šupljinama zahvaljujući kapilarnim silama

katadrome vrste – migratorne slatkovodne vrste riba koje se mreste u morima

kisele kiše – kiše sa niskom pH vrednosti koja potiče od sumporne ili azotne kiseline

klima – v. klimatski faktori

klimaks – vrhunac razvoja jednog ekosistema

klimatogram – dijagram kojim se istovremeno prikazuju vrednosti temperature i vlažnosti

klimatska pravila – zakonitosti koje deluju za formiranje geografske populacije (Bergmanovo, Alenovo i Glogerovo pravilo)

klimatski faktori – ukupni klimatski uslovi na jednom prostoru (temperatura, svetlost, vlažnost itd.)

koakcija – uzajamni uticaj između organizama

koeficijent generacije – odnos između broja imaga prve i druge (prezimele) generacije

koeficijent uvenuća – količina nedostupne vode pri kojoj počinje venjenje biljaka

komensalizam – međusobni odnos između jedinki različitih vrsta u kojem jedan partner ostvaruje korist, a za drugog su rezultati ove interakcije bez značaja

kompeticija – odnos između jedinki iste ili različitih vrsta u kojem organizmi negativno deluju jedni na druge kroz aktivnu ili pasivnu konkurenciju za prostor, hranu i druge ekološke faktore; pri dužem delovanju ovog mehanizma dolazi do eliminacije jednog od kompetitora na datom lokalitetu

kompleks ekoloških faktora – zajedničko delovanje abiotičkih i biotičkih faktora

konstantne vrste – vrste čiji se stepen konstantnosti u zajednici kreće od 50 do 75%

konzumenti – heterotrofni organizmi

koprofagi – životinje koje se hrane ekskrementima (izmetom) animalnog porekla

kosmička energija (energija Sunca) – energija koja potiče od sunčevog zračenja

kruženje materije – kruženje atoma pojedinih hemijskih elemenata na međusobnoj relaciji biotop-biocenoza (biogeohemijski ciklus)

kserofilne životinje – životinje sa minimalnom potrebom u pogledu vode (vlage)

„kulturna pustinja" – v. biocenoza gradskih i industrijskih naselja

L

lanci ishrane – grupa organizama povezanih u prenošenju energije od nivoa primarnih proizvođača do potrošača; linearni niz organizama koji se hrane u biocenozi

latentna kristalizaciona toplota – naglo povećanje telesne temperature koje nastaje sa pojavom prvih kristala leda u citoplazmi (najčešće kod insekata)

letalne vrednosti – vrednosti pojedinih faktora koje prouzrokuju uginuće organizama

letnji rezidenti – migratorne vrste ptica koje u proleće odleću u severnije krajeve gde se gnezde i odgajaju mlade

letnji solsticijum – najduži dan

Linkolnov indeks – odnos između ponovo ulovljenih markiranih i istovremeno ulovljenih nemarkiranih primeraka jedne populacije

Lj

ljudska populacija – celokupno stanovništvo na Zemlji

M

makroklima – srednje stanje vremenskih prilika geografske oblasti

maksimum – gornja granica ekološke valence

mesojedi – v. zoofagi

mesojedi artropodi – artropodi (zglavkari) koji se hrane životinjskim organizmima

mesojedi insekti – insekti koji se hrane životinjskim organizmima

mezofilne životinje – životinje koje zahtevaju umerenu vlažnost

migracija – periodična kretanja jedinki ili grupa jedne populacije u oba smera koja se mogu odvijati u okvru ili izvan granica biotopa

mikroklima – kombinacija lokalnih klimatskih uslova na ograničenom prostoru

minimum – donja granica ekološke valence

monofagi – organizmi koji se hrane samo jednom određenom vrstom biljaka ili životinja

monokultura – sistem gajenja jedne jedine vrste živih bića

mortalitet – uginjavanje jedinki u jednoj populaciji; negativan faktor rasta populacije

mozaički raspored – raspored individua ili grupa u okviru jedne populacije koji je uslovljen delovanjem mikroklimatskih uslova

mrtvica – donji horizont geološke podloge koji je najmanje izmenjen

mutualistički simbionti – v. simbioza

mutualizam – v. simbioza

N

nadzemna metoda – postupak kojim se utvrđuje gustina kolonija i jazbina, i intenzitet razmnožavanja populacije (karakter štetnosti u agrobiocenozama)

natalitet – produkcija novih jedinki jedne populacije, koje se pridodaju postojećima; pozitivan faktor rasta populacije

nativni areal – v. autohtoni areal

nekrofagi – životinje koje se pretežno ili isključivo hrane leševima

neutralizam – oblik ekoloških odnosa između organizama pri kojem nije izraženo međusobno aktivnost dejstvo

noćne životinje – životinje čija se aktivnost odvija tokom noći

nomadizam – migratorna kretanja izvan granica normalnog biotopa, bez određenog pravca i bez povratka, u potrazi za hranom i vodom

O

obligatna dijapauza – dijapauza nastala nezavisno od uticaja faktora spoljašnje sredine

optimum – najpovoljniji uslovi za rast i reprodukciju organizama

organizam – živa jedinka (biljka ili životinja)

oscilacije – faze rasta populacje koje nastaju u vremenskom intervalu između porasta brojnosti individua i maksimalne gustine polno zrelih jedinki; periodična kolebanja brojnosti populacije

P

parazitizam – način života pri kojem jedinke (obično) jedne vrste – paraziti žive povremeno ili stalno na račun jedinki druge vrste (domaćini)

pedofauna – životinjsko naselje zemljišta

pedologija – nauka koja se bavi izučavanjem zemljišta

pedosfera – čvrsti sloj na površini Zemlje

pesimum – vrednosti koje se nalaze u blizini donje (minimum) i gornje (maksimum) granice ekološke valence

pesticidi – hemijska sredstva koja se primenjuju u zaštiti gajenih biljaka

piramida biomase – grafički prikaz masenih odnosa pojedinih članova date biocenoze koji učestvuju u lancima ishrane

piramida brojeva – shematski prikaz brojnih odnosa pojedinih članova jedne biocenoze koji učestvuju u lancima ishrane

plankton – akvatični organizmi koji žive u površinskom sloju vodenih ekosistema; nemaju sposobnost suprotstavljanja sili vodene struje

plen – životinjska vrsta kojom se hrane druge životinjske vrste; aktuelna ili potencijalna žrtva grabljivice

plodored – naizmenično gajenje određenih kultura sa rotacijom na istoj parceli u funkciji vremena u cilju racionalnog korišćenja nutrijenata (pre svega azota), zaštite gajene biljke od štetočina i korova itd.

poikilotermi – organizmi sa promenljivom telesnom temperaturom koja zavisi od temperaturnih uslova spoljašnje sredine

polifagi – organizmi sa širokim spektrom ishrane

poljoprivredna zoologija – deo zoologije koji proučava životinjske organizme značajne za poljoprivrednu proizvodnju

poljoprivredno zemljište – zemljište privedeno poljoprivrednoj proizvodnji

populacija – grupa jedinki iste vrste koje žive u datom vremenu i prostoru određenog ekosistema, imaju zajednički niz naslednih faktora, aktivno razmenjuju genetički materijal dajući plodno potomstvo; **abundantnost** – v. relativna brojnost; **cenzus** – v. totalno prebrojavanje; **ekološka gustina** – gustina populacije po jedinici stvarno naseljenog prostora; **frekvencija** – procentualni stepen javljanja jedne vrste na pojedinim probnim površinama istog biotopa; **gustina** – kvantitativni izraz veličine populacije u odnosu na veličinu prostora; izražava se brojem jedinki ili njihovom biomasom po jedinici naseljene površine ili zapremine u datom trenutku (indeks abundancije); **indeks gustine** – kvantitativna indikacija brojnosti jedne organske vrste koja ne prikazuje apsolutni broj jedinki po jedinici površine ili prostora, ali serija ovakvih uzastopnih indeksa može da posluži za ocenu kretanja jedne populacije kao i za procenu njenog rasporeda (disperzije); za ocenu indeksa populacije pojedinih vrsta koriste se metode košenja (insekti), transekta (ptice), lovnih klopki (sisari) i dr.; **konstantnost** – stepen prisutnosti neke vrste u određenim životnim zajednicama (stalnost, prisutnost); **markiranje** – indirektni metod kvanitativne analize populacija vagilnih vrsta (insekti, ribe, ptice, sisari) lovom, obeležavanjem, puštanjem i ponovnim ulovom; **metoda kvadrata** – v. probne površine; **opšta gustina** – srednja vrednost broja jedinki ili njihove biomase po jedinici biotopa; **pokrovnost** – osobina biljaka da pokrivaju veću ili manju površinu fitocenoze i uslovljena je veličinom i oblikom nadzemnih delova; izražava se njihovim procentualnim učešćem u odnosu na ispitivanu površinu; **probne površine** – utvrđivanje broja jedinki populacije na određenoj površini naseljenog prostora; **relativna brojnost** – mera gustine populacije koja je bazirana na subjektivnoj proceni; najčešće se primenjuje skala: 1. vrlo redak, 2. redak, 3. slabo brojan, 4. brojan, 5. vrlo brojan (masovan); **totalno prebrojavanje** – ukupni broj jedinki čitave populacije bez obzira na uzrast i stadijume razvića; primenjuje se kod istraživanja krupnih vrsta čije su populacije relativno male gustine sastavljene iz stada (jata) ili kolonija (krupni sisari i ptice); **vertikalna i horizontalna disperzija** – raspored jedinki pojedinih populacija u odnosu na profile po dubini i dužini (širini) u datom biotopu

populaciona ekologija – ekologija populacije

postreproduktivna faza – faza života organizama koja počinje prestankom sposobnosti razmnožavanja i traje do smrti

potrošači – v. konzumenti

pozitivan rast – početna faza populacionog rasta koji se završava dostizanjem maksimalnih vrednosti

prah (mulj) – čestice veličine 0,02-0,002 mm

pravilo minimuma – zakonitost na osnovu koje su brojnost organizama i bioprodukcija određeni onim neophodnim faktorom koji se nalazi u minimumu, tj. u najmanjoj količini

predatorstvo – međusobni odnos između organizama različitih vrsta koji je za jednog partnera pozitivan (grabljivica), a za drugog negativan (plen)

predeo – jedinstvena geografsko-ekološka celina koja nastaje grupisanjem više srodnih ekosistema

prereproduktivna faza – faza razvića organizama koja traje od momenta oplođenog jajeta do polno zrelog stadijuma

primarni ekosistem – v. autohtoni ekosistem

priroda – deo životne sredine u kojoj antropogeni uticaj ne izaziva promene njene strukture ili nije veći od uticaja ostalih članova životne zajednice

prirodni resursi – ukupni materijalni i energetski izvori u prirodi

prividni mortalitet – procenat smrtnosti prikazan samo za jedan razvojni stadijum

producenti – zelene biljke koje procesom fotosinteze produkuju organsku materiju

prognozna služba – deo službe u zaštiti bilja koji se bavi praćenjem razvoja populacija štetočina i korisnih članova agrobiocenoze

proizvođači – v. producenti

prolećna ravnodnevica – period između zime i leta kada su dužine dana i noći jednake

prostorni raspored – raspored jedinki jedne populacije na određenoj površini ili prostoru; može biti neravnomeran, ravnomeran-uniforman i neravnomeran grupni raspored

prošireni areal – nastaje širenjem autohtonog areala usled emigracije ili introdukcije izvan granica autohtonog areala

protok energije – ireverzibilan proces transformacije energije (od svetlosne do toplotne) kroz ekosistem

protokooperacija – pozitivan i neobavezni odnos između organizama različitih vrsta u kojem oba partnera imaju koristi

pulzirajući areal – areal svojstven migratornim vrstama, karakterističan po promenama veličine

R

rasprostranjenje – v. areal

rast populacije – promene na nivou populacije koje nastaju variranjem gustine i brojnih odnosa

razlagači – v. reducenti

razmena materije – proces izmene materije u interakciji organizma i sredine

reakcija – odgovor organizma na fizička dejstva spoljašnje sredine, uticaj organizama na biotop

reakciona norma – reakcija organizama na kompleks abiotičkih i biotičkih faktora u skladu sa svojim naslednim osobinama

realni mortalitet – procenat uginulih jedinki izražen u odnosu na veličinu početne populacije

reducenti – organizmi koji razlažu i mineralizuju organsku materiju do vode, ugljen-dioksida i mineralnih soli (saprofitske bakterije i gljive)

reproduktivna faza – faza razvoja organizama od momenta sticanja polne zrelosti pa sve do momenta kada su sposobni za razmnožavanje

retrogradacioni period – period kada dolazi do opadanja intenziteta gradacije

ruderalna biocenoza – životna zajednica na neobrađenom zemljištu; razvija se na staništima koja su veoma izmenjena pod uticajem antropogenog faktora

S

saprofagi – životinje koje se hrane uginulim biljkama i životinjama kao i delom mehanički ili hemijski razgrađenom organskom materijom biljnog ili životinjskog porekla

saprofagi artropodi – artropodi (zglavkari) koji se hrane uginulim biljkama i životinjama ili delimično razgrađenom organskom materijom biljnog ili životinjskog porekla

selekcija – proces koji kroz „borbu za opstanak" favorizuje jedinke najbolje prilagođene uslovima sredine

sezonske oscilacije – tip cikličnih oscilacija u vidu sezonskih promena gustine populacije koje su uslovljene pre svega kolebanjem klimatskih faktora

sezonski periodizam – promene kroz koje prolaze članovi biocenoze tokom godine; karakteriše ga postepeno smenjivanje jednih članova drugima

simbioza – obligatoran zajednički život individua različitih vrsta u kojem oba pratnera imaju korist

sinekologija (sintetička ekologija) – disciplina koja proučava ekologiju populacija ili životnih zajednica u celini

slučajne vrste – vrste čiji se stepen konstantnosti u zajednici kreće od 0 do 25%

spontana vegetacija – prirodna vegetacija koja se razvija bez uticaja čoveka

spratovnost – v. stratifikacija

sredina (spoljašnja sredina) – kompleks svih faktora (abiotičkih i biotičkih) koji deluje na živa bića

stacionarna faza – period rasta populacije u kojem je dostignut maksimum i označava se još i kao stanje ravnoteže

stanište – deo prostora na Zemlji naseljen živim svetom

stenofagi – organizmi koji imaju usku ekološku valencu u odnosu na spektar ishrane

stenotermi – organizmi koji su adaptirani na uzak dijapazon temperaturnih uslova spoljašnje sredine

stenovalentni organizmi – organizmi sa uskom ekološkom valencom

stopa mortaliteta – broj uginulih jedinki jedne populacije u jedinici vremena

stopa nataliteta – broj novorođenih jedinki u jednoj populaciji za određeni vremenski period

stratifikacija – slojeviti raspored organizama prouzrokovan pojavom različitih ekoloških niša

sukcesije – neprekidno smenjivanje jedne biocenoze drugom tokom sezona ili dužeg vremenskog perioda

sumračne životinje – životinje čija se aktivnost odvija na prelazu između dana i noći (veče i zora)

superparazitizam – v. hiperparazitizam

Š

šumska vegetacija – skup svih biljnih vrsta koje naseljavaju šumski ekosistem

T

temperatura praga razvića – temperaturni uslovi koji su neophodni za razviće organizama

tempreraturna valenca – ekološka valenca koja se odnosi na temperaturne uslove spoljašnje sredine

terestrična radijacija – topli zraci veće talasne dužine koje emituje Zemlja (litosfera, hidrosfera, atmosfera, biosfera); potiče iz prirodnih radioaktivnih izotopa u zemljinoj kori

terestrični organizmi – životinje koje su vezane za kopnenu sredinu

teriobionti – organizmi koji žive na kopnu

teritorijalnost – pojava aktivne odbrane dela staništa od strane pojedinih jedinki ili grupa jedinki populacije od drugih članova iste populacije

termalna konstanta (C) – proizvod trajanja razvića i efektivne temperature

termička stratifikacija – zonalni raspored temperaturnih slojeva u vodenim i kopnenim ekosistemima

termoregulacija – sposobnost organizama da održe stalnu telesnu temperaturu

terricola – životna forma koja se sreće u zemljištu; organizmi koji ceo svoj život provode u zemljištu

trofička piramida – grafički prikaz odnosa članova lanaca ishrane gde svaki prethodni član svojim kvantitetom obezbeđuje opstanak sledećem članu; duž trofičkog lanca od producenata preko konzumenata do reducenata količina primarno produkovane biomase opada; osnovu piramide predstavljaju producenti (visoka brojnost), a na vrhu se nalaze grabljivice (niska brojnost)

U

uzrasna piramida – grafički (shematski) prikaz pojedinih uzrasnih kategorija jedne populacije

uzrasna struktura – jedan od pokazatelja populacije koji obuhvata grupe individua jedne populacije određenog perioda života i razvoja

V

vegetacija – ukupan broj biljnih vrsta u jednom regionu

veličina populacije – v. populacija – gustina

vreme – momentalno stanje klime

Z

zagađenje životne sredine – narušavanje kvaliteta životne sredine prouzrokovano negativnim delovanjem stranih (alohtonih) materija

zaštita životne sredine – postupak koji se sprovodi u cilju očuvanja i unapređenja kvaliteta životne sredine

zimski rezidenti – migratorne vrste ptica koje krajem jeseni napuštaju svoja severnija staništa i doleću u pravcu juga

zimski solsticijum – najkraći dan

zooekologija – ekologija životinja

zoofagi – životinje koje se hrane drugim životinjskim organizmima

Ž

životna forma – skup adaptivnih osobina jedne organske vrste kojima je usaglašena sa sredinom u kojoj živi

životna sredina – okolina koja okružuje organizam

životna zajednica – zajednica organizama koji naseljavaju jedan biotop

REGISTAR ORGANSKIH VRSTA
(Latinski i narodni nazivi)

A

Acanthoscelides obtectus 25, 67
Acarina 60
Accipitres 133
Acipenseridae 66
Acrobeloides 86
Adenoplea 60
Adrastus spp. 84
Aegopodium podagraria 68
Agonum 85, 86
Agriotes 49
Agriotes brevis 84
Agriotes incognitus 84
Agriotes lineatus 84
Agriotes obscurus 52, 84
Agriotes sardidus 84
Agriotes sputator 45, 84, 116
Agriotes ustulatus 84
Agropyrum repens 68
Agrostideum vulgaris 89
Agrostis capillaris 90
ajkula 59
alge 31, 59
Allolobophora 34
Allolobophora caliginosa 54, 55
Allolobophora rosea 54
Amara 85, 86
Amaranthus retroflexus 67
američki patuljasti som 31
američki zec 73
Amphimallon solstitialis 84
Anguina agrostis 24
Anguina tritici 24, 61
Anisodactylus 85
Anisoplia 79
Anisoplia agricola 84
Anisoplia austriaca 84, 117, 124
Anisoplia lata 84
Anisoplia segetum 84
Anisoplia spp. 120
Anopheles maculipennis 18
Anthocoridae 60
Anura 132
Anystis 131
Aphelenchoides 40
Aphelenchoides fragariae 61
Aphelenchoides hamatus 24
Aphelenchoides ritzema-bosi 55
Aphelenchus avenae 24
Aphelinus mali 129
Aphis fabae 25, 76
Apodemus agrarius 126
Apodemus microps 126
Apodemus sylvaticus 19, 57, 86, 126
Aquila heliaca 133
Aquila pomarina 133
Arachnida 131
Arbacia 23
arktička lisica 47
arktički bumbar 25
Artemisia spp. 68
Arthropoda 49
Arvicola terrestris 40
Arvicolidae 133
Ascaris 57
atlantski pregalj 35, 124, 125
Austroicetes 23
Aves 132

B

baštenska rovčica 133
Baccilus thuringiensis 134
bakterije 28, 31, 56, 57, 60, 71, 87, 95, 96, 98, 99, 129, 134, 135

Barathra brassicae 26
Basidiomycetes 61
bauljar 88
Beauveria 135
Belonolaimus 55
Beta vulgaris 68
biljne vaši 59, 87, 88, 129
Blaps halophila 84
Blaps lethiteta 84
Blaps mortisaga 84
Blepharipoda scutellata 74
Bodo caudatus 62
bodorka 62
Bothynoderes 79
Bothynoderes punctiventris 25, 41, 42, 44, 67, 78
brašnar 27, 35, 66, 71, 78
Braconidae 61
bubamara 87, 107, 120, 128, 129, 132
bubašvaba 106, 131
bubojedi 129, 133
Bufo bufo 132
Bufo viridis 37, 132
bumbar 107
Buteo buteo 133
Buteo rufinus 133
buva 39
buva pacova 38
buvač 38, 125, 132

C

Calandra oryzae 25, 42, 43, 78
Calathus 85, 86
Calliphora erythrocephala 29
Canidae 134
Canis lagopus 47
Canis vulpes 47
Canis zerda 47
Carabidae 79, 85, 117, 128, 131, 132
carić 33
Carnivora 134
Ceratitis capitata 26
Cervus elaphus 88
Chalcididae 61
Chelicotylenshus dihystera 52
Chenopodium album 68
Chilopoda 131
Chrysopa carnea 132
Chrysopidae 60, 132
Chrysopogon 90
Chrysopogon gryllus 90
Chytridiomycetes 61
cikade 123, 131, 132
Cimex 23
Cimicidae 131
Coccinelidae 60, 131
Coleoptera 54, 62, 85, 131
Collembola 60
Compsilura concinnata 62
Corvidae 132
Corvus cornix 33
Corvus frugilegus 132
Cricetus cricetus 73, 75
crna repina pipa 25, 49
crna repina vaš 76
crni pacov 106
Crocidura 133
Crocidura leucodon 133
Crocidura russula 133
Crocidura suaveolens 133
crvena vetruška 133
crvendać 14, 33
Crypticus quisquilius 84
Cuculus canorus 33
Curculionidae 85

Č

čikov 46
čovečija bela vaš 18, 25
čvorak 88, 132

D

daždevnjak 23, 88
Dendroides canadiensis 46
Dendronotus 23
detelina 65, 69
detlić 87, 88
Deuteromycetes 61
deverika 62
Diabtotica virgifera 39
dingo 103
Diplopoda 131
diptera 61, 122, 131
Ditylenchus 40, 62
Ditylenchus destructor 40
Ditylenchus dipsaci 24, 40, 56
Ditylenchus myceliophagus 40

divlja mačka 134
divlja patka 62
divlja svinja 88, 126
divlji sirak 125
Dociostaurus maroccanus 43, 75
domaća muva 25, 67, 106
domaća stenica 24, 106
domaći cvrčak 106
domaći miš 106
domaći vrabac 34, 70, 90, 106
Dorylaimus 61, 86
Drosophila 23, 72
drozd 88
drozd branjug 33
drozd pevač 33
drvotočac 28
dupljari 59
duvan 69
dvokrilci 129, 132

E

Echinus 23
Eisenia foetida 55
Elateridae 35, 38, 49, 52, 55, 77, 84, 85, 116, 117
enhitreide 99
Entomophtora aphidis 135
Ephemeroptera 69
Ephestia kuehniella 35
Erinaceus europaeus 133
Eriosoma lanigerum 129
Erithacus rubecula 33
Eucephalobus 86
Euxoa temera 49, 75
evropski zec 40

F

Falco cherrug 133
Falco naumanni 133
Fasciola hepatica 25
Felidae 134
Felis silvestris 134
Festuca rubra 90
filoksera 127
filofagne akarine 60
Fringilla coelebs 33

G

gačac 106, 117, 132, 133
galeb 62
Garrulus glandarius 133
gliste 62, 131
gljive 28, 38, 57, 60, 61, 80, 83, 87, 98, 99, 121, 129, 134, 135
Globodera 53
Globodera rostochiensis 24, 56
glodari 32, 39, 46, 49, 59, 65, 69, 72, 73, 78, 79, 80, 87, 103, 105, 107, 117, 125, 126, 127, 128, 133, 134, 135
gmizavci 23, 34, 35, 133, 134
golub 22, 106
Gonocephalum pusillum 84
grčice 79
gradska lasta 106
grinje 99
gušteri 23, 32, 129, 132, 133
gubar 18, 40, 45, 46, 47, 61, 62, 66, 74, 78, 80, 129
gundelji 49, 52, 119, 125, 126, 132, 133, 134, 135

H

Haplothrips tritici 64, 118
Harpalus 85, 86
Harpalus disinguendus 132
Harpalus pubescens 132
Helicotylenchus nannus 55
Hemicycliophora 55
Heterodera avenae 55
Heterodera cruciferae 60
Heterodera schachtii 24, 60
Heterodera sp. 53, 56
Heterodera trifolii 60
hilopode 131
Hirudo medicinalis 62
Hoplolaimus galeatus 52
hrčak 22, 73, 75, 106, 119, 125, 126
Hymenoptera 132

I

Icerya purchasi 129
Ichneumonidae 61
Ictalurus nebulosus 31, 32
Infusoria 59
Insecta 72, 131
Insectivora 53, 133
insekti 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 45, 46, 47, 48, 51, 59, 60, 62, 64, 65, 69, 73, 79, 80, 89, 90, 94, 103, 105, 107, 108, 116, 118, 121, 122, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134

insekti – oprašivači biljaka 128
Insektivore 59
izopode 98, 99

J

jabučni smotavac 80
jastreb 90
jazavac 90, 126, 134
jež 88, 107, 129, 133
jegulja 62, 66
jelen 47, 88, 126
jezerska zlatovčica 62
južna voluharica 75

K

kamile 35
kišna glista 34, 35, 36, 49, 52, 53, 54, 55, 87, 88, 89, 99, 105, 107, 115, 121, 122, 133, 134
klen 62
klenić 62
Kochia prostrata 68
kolembole 98, 99
komarac malaričar 18
komarci 40, 88, 134
korenove nematode 121, 135
korenove vaši 106, 117, 118, 119, 120, 125
kos 88
kraljić 33
krastava žaba 132
kratkorilci 128
krdžan 69
kreja 133
krpelji 59
krtica 19, 49, 54, 55, 88, 129, 133, 134
krvava vaš 129, 131
kućna rovčica 133
kukavica 33
kukuruzna pipa 35, 38, 46, 48, 49, 67, 87, 106, 117, 118, 119, 120, 124, 125, 133
kukuruzna sovica 35, 115
kukuruzna zlatica 35, 106, 119, 120, 123, 126
kukuruzni crv 39
kukuruzni peščar 124
kukuruzni plamenac 23, 25, 30, 31, 35, 37, 46, 47, 87, 115, 117, 118, 121, 123, 124, 125, 131, 132, 134, 135
kukuvija 133
kuna belica 134
kuna zlatica 134
kunić 103, 134
kupusar 23, 46, 131
kupusna nematoda 60
kupusna sovica 26, 45, 49, 121, 122, 123, 124

L

Lacerta agilis 132
Lacertidae 90
Lacertilia 132
lasica 47, 90, 134
lažni žičnjaci 49
Lepidoptera 29, 45, 62, 131, 132, 134
leptiri 88, 131, 132, 133
Lepus allieni 47
Lepus americanus 47, 73
Lepus arcticus 47
Lepus californicus 47
lisica 134
lisne sovice 36, 37, 49, 118
lisne vaši 37, 121, 123, 124, 125, 131, 132, 135
livadska voluharica 69
livadski gušter 132
Locusta migratoria 37, 103
losos 62
Loxostege sticticalis 19, 27, 40, 67, 68, 75
lucerka 65
lucerkina pipa 49
Lucilia cuprina 72, 78
Lumbricus terrestris 55
Lymantria dispar 18, 40, 45, 61 74, 78
Lynx canadensis 73

M

Macrocheles 60
Maladera holosericea 84
mali gundelj 41
mali junski gundelj 124
Mamestra 37
Mamestra brassicae 124, 125
marokanski skakavac 35, 42, 75, 132
Martes foina 134
Martes martes 134
medved 46, 47
mekušci 59, 131
Melanatus cinerascens 84
Meles meles 134
Meloidogyne 53, 56, 61
Meloidogyne arenaria 24

Meloidogyne hapla 24, 56
Meloidogyne incognita 24, 55
Meloidogyne javanica 24, 55
Melolontha 79
Melolontha melolontha 45, 52
Melolonthidae 84
metlica 19, 25, 27, 40, 45, 46, 67, 68, 69, 75, 80, 116, 117, 123, 125, 132, 134
Microtus agrestis 69
Microtus arvalis 39, 73, 78, 86, 87, 126
Microtus epiroticus 75
mikoplazme 134
mikroorganizmi 88, 94, 95, 96, 97, 107, 127, 129
Miltotrogus pilicollis 41
Misgurnus fossilis 46
miš humkaš 39, 88, 117, 125
mišević 32, 88, 89, 133, 134
močvarna mrka žaba 37
modrozelene alge 96
mokrice 36
moljac 35, 88, 89, 106
mramorasti gundelj 48
mrav 49, 59, 76, 87, 98, 99, 127, 128
mrežokrilci 129, 132
mrena 62
mrka livadska žaba 37
mungos 108
Munia castaneithorax 48
Munia flaviprymna 48
Muridae 133
Mus musculus 86
Mus musculus hortulanus 39, 88, 126
Musca 23
Musca domestica 25, 67
Mustela nivalis 134
Mustela putorius 134
Mustelidae 134
muve 29, 46, 88, 99
Myriapoda 131

N

Nardus 90
Nardus stricta 90
Nematoda 28, 40, 46, 53, 131
nematoda deteline 60
nematoda pegavosti korena 119
nematode 24, 36, 52, 53, 55, 56, 60, 61, 62, 86, 88, 89, 99, 120, 121, 122, 125, 129, 130, 131
Neoaplectana 131
Neuroptera 132
Nicotiana rustica 68
Nicotiana tabacum 68
noćne ptice 32
Nosema 135

O

obična repina pipa 25, 41, 42, 43, 44, 49
obična senica 73
obični gundelj 45, 52, 112, 124, 125, 131
Obione verrucifera 68
Oligochaeta 40, 46, 52, 53, 54, 55, 69, 72, 116, 122, 123
oligohete 55, 56, 98, 130
Onychiurus armatus 60
Oomycetes 61
Opatrum sabulosum 84
opnokrilci 129, 132
orao kliktaš 133
orao krstaš 133
orao mišar 133
Orthoptera 131
osa peščara 51
osa potajnica 129, 131
Ostrea 23
Ostrinia nubilalis 23, 25, 30, 31, 37, 47, 87, 118, 124
ovca 59, 72
ozima sovica 18, 27, 45, 46, 49, 76, 77, 124, 125

P

pacov 22, 62, 134
pamukova sovica 121
Panicum crus-galli 67
Paratylenchus projectus 52
parazitne muve 62
parazitne osice 62
Parnassius apollo 87
Parus major 33, 73
Passer domesticus 34, 90
Passeriformes 23
pastirica 59
pastrmka 62
pasulj 67
pasuljev žižak 25, 67
patuljasti som 31, 32, 103
pauci 41, 65, 76, 87, 88, 89, 90, 98, 99, 129, 131
pčela 21, 31, 88, 107

Pediculus humanus corporis 18, 25
Pedinus femoralis 84
pelen 69
pepeljuga 69
peščar 119, 124
Phorocera agilis 74
Phylloscopus trochiloides 33
Phytoseide 60
Pieris brassicae 131
pijavica 62
pirevina 69
pirinčani žižak 25, 37, 42, 43, 78
placentalni sisari 23
Platynus 85
plesni 99
Pleuronectes 23
pljosnate gliste 62, 99
Plusia gamma 26
podgrizajuće sovice 116, 125, 132, 135
Poecilus 85
polarne ptice 22
poljska jarebica 106
poljska rovčica 133
poljska ševa 106
poljska stenica 46, 123
poljska voluharica 39, 40, 78, 87, 117, 126, 134
poljski miš 90, 106, 108
poljski vrabac 108
Polygonum aviculare 68
Polyphylla fullo 48
potkonjak 23
potočna pastrmka 62
potočna zlatovčica 62
povrtna sovica 123
Pratylenchus 61, 86
Pratylenchus crenatus 121
Pratylenchus neglectus 55
Pratylenchus penetrans 55
Pratylenchus thornei 55
pravi žičnjaci 49
pravokrilci 131, 133
predatorske grinje 98, 99
pregljevi 60, 99, 119, 120, 121, 131, 132
prepelica 106
Proctotrupidae 61
proletnja sovica 48, 75
Protozoa 28, 46, 53, 62, 71
protozoe 80, 99, 134, 135
Psalidium maxillosum 25
Psammechinus 23
pseudoskorpije 98, 99
pšenična nematoda 61
pšenični trips 64, 118
Pteromalus puparum 131
Pterostichus 85, 86
ptice 22, 23, 32, 34, 35, 37, 40, 59, 62, 64, 65, 66, 69, 70, 72, 76, 88, 90, 98, 99, 103, 107, 116, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134
ptice grabljivice 79, 87, 88, 89, 133, 134
ptice močvarice 65
ptice muholovke 88
ptice pevačice 87, 89, 134
pustinjska lisica 47
pustinjski skakavac 21, 22, 39, 41
putnički skakavac 23, 37, 103
puževi 34, 35, 59, 62, 88, 89, 99, 117, 123, 125, 133, 134
puževi golači 34, 35, 36, 98, 99

R

rajske ptice 47
rakovi 32, 59, 112
Rana 23
Rana arvalis 37
Rana temporaria 37
Regulus regulus 33
Remora remora 59
repin belac 23
repin buvač 118
repin moljac 24, 26, 35, 49, 76, 77, 118, 124
repina korenova vaš 124
repina muva 49
repina nematoda 49, 60
repina pipa 25, 35, 38, 67, 78, 79, 80, 118, 124
Rhabditis 86
Rhizotrogus aequinoctialis 84
Rhizotrogus vernus 84
Rhopalosiphum maidis 124
ribe 30,31, 40, 59, 62, 65, 66, 69, 112, 113, 133, 134
riđa lisica 47
ris 40, 73
ritska šljuka 62
roda 106
Rodalia cardinalis 129
Rodentia 53
Ropalomyces elegans 62
Rotatoria 28

rotatorije 99
Rotylenchulus 61
Rotylenchus robustus 56
rovčice 88, 98, 99, 106, 130, 133
rovac 35, 122, 123, 132, 133
Rumex sp. 67
ružičasti čvorak 132

S

Salicornia herbacea 68
Salmonella enteridis 135
Salmonidae 66
Sarcophaga 46
Scarabaeidae 85
Schistocerca gregaria 21, 68
Schizaphis graminum 124
Scolopendromorpha 131
Scotia segetum 18, 27, 46, 76, 77, 125
Scrobipalpa ocellatella 24, 26, 77
sedmolist 69
Sedum album 87
Selatosmus latus 116
senica 33
seoska lasta 106
severni zec 40
sisari 22, 34, 35, 40, 46, 59, 62, 64, 65, 66, 69, 94, 103, 133
siva vrana 33
sivi pacov 106
skakavci 37, 68, 80, 89, 125, 127, 132
skočibube 35, 36, 38, 45, 52, 55, 59, 77, 84, 105, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 125, 126. 131. 132. 133. 135
slepi miševi 46
slepić 88
slepo kuče 19, 54, 83
smeđa šljuka 62
Smynthurus 23
snežna koka 40
soko 90
Solanum nigrum 67
solnjača 69
Sorghum halepense 125
Soricidae 133
sova 88, 89, 90, 133
sova kukuvija 88
sovica 26, 80, 117, 131, 132, 133, 134, 135
sovica ipsilon 45, 117, 123, 125
Spalax leucodon 19
Spermophilus citellus 46, 66, 70
srebrni karaš 103
stenice 125, 129, 131
stepski orao 133
stepski popac 123, 125, 133
stepski soko 133
stepski tvor 32
stonoge 32, 87, 98, 99, 120, 129, 131
Striges 133
Strix aluco 133
strižibuba 23
Sturnus vulgaris 132
surlaši 117, 132
Sus scrofa 88
svilena buba 46, 107, 135
svinja 32
svraka106
Syrphidae 87, 132

Š

šarenokrili prudnik 62
školjke 59
šljivina štitasta vaš 127
štitaste vaši 87
šumska kavkaska mačka 40
šumska sova 133
šumski miš 19, 57, 88, 117
švedska mušica 80, 117, 123

T

Taenia saginata 67
tahina 62, 74
Talpa europea 19, 88, 132
Tanymecus dilaticollis 46, 48, 87, 119, 120
Taraxacum officinale 67
tekunica 32, 46, 66, 70, 80, 83, 133
Tenebrio molitor 27, 35, 66
Tenebrionidae 84, 85
Tenthredinidae 62
termiti 49
Tetranychus131
Thermobia 23
torbarski sisari 83
trčuljci 79, 117, 119, 120, 128, 131, 133
Tribolium confusum 71, 78
Trichodorus christiei 52, 55
Trichogramma 132
Trifolium sp. 68

tripsi 129, 131
Troglodytes troglodytes 33
troskot 69
turbelarije 60, 99
Turdus ericetorum 33
Turdus pilaris 33
tvor 32, 134
tvrdača 90
tvrdokrilci 88, 99, 129, 131, 132, 133
Tylenchorhynchus dubius 56
Tylenchulus 61
Tylenchulus semipenetrans 55
Tylenchus 61, 86
Tyto alba 133

V
valjkaste gliste 62
vaši 106, 117, 118, 119
veverica 88
vinska mušica 67, 72
virusi 80, 128, 129, 134, 135
voćna mušica 24, 26
vodena voluharica 39, 40, 123
vodozemci 34, 35, 36, 47, 132
voluharica 32, 65, 73, 88, 90, 106, 118, 133, 134
vrane 47, 108, 132
Vulpes vulpes 134
vuneni moljac 34

X
Xenopsylla cheopis 38, 39
Xiphinema americanum 55

Z
Zabrus tenebrioides 38
Zea mays 68
zeba 33
zec 34, 40, 47, 133, 134
zelena žaba 132
zelena krastava žaba 37
zemljišne gljive 99
zemljišne grinje 98
zlatooka 87
Zoochlorella 59
Zooxanthella 59
zveri 130, 134
zviždak 33
Zygomycetes 61

Ž
žabe 32, 37, 129, 132, 133, 134
žitna korenova vaš 35, 124
žitna pijavica 121, 123
žitna stenica 80
žitni bauljar 38, 106
žitni pivac 106, 117, 118, 119, 120, 124
žitni žižak 37

AUTORSKI INDEX

A

ACS 50, 51
ADAMOVIĆ 75
ADAMS 13
AHVLEDIANI 117
ALLENDER 34
ANDREWARTH 35
ANOHINA 133
ARISTOTEL 13
AZZI 107

B

BACOT 39
BAHMETJEV 28
BÁJEV 88
BALOGH 105
BALTZER 54
BANOVAČKI 29
BAVER 50
BELECKI 80
BERGER 126
BERIŠVILI 117
BERNAR 34
BIRCH 35,42, 43
BIRGE 13
BODENHEIMER 22, 26, 68
BOGDANOV 25
BORISAVLJEVIĆ 90
BRADLEY 13
BRAJKOVIĆ 29
BRETT 30
BREWER 14, 20, 22, 23, 32, 33, 27, 39, 48, 53, 56, 60, 62, 63, 70, 71, 73, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 111, 112, 113, 114, 130
BUDNIČENKO 132

C

CAIRNS 114
CALKINS 126
CARL 127
CARSON 14
CHAPMANN 50
CHIANG 45
CLARKE 72
CLEMENTS 13
COMMONER 113
CULLINEY 121

Č

ČAMPRAG 16, 19, 25, 27, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 45, 46, 49, 55, 64, 75, 76, 77, 79, 80, 84, 105, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 125, 126, 127, 128, 131, 132

D

DANILOVSKIJ 68
DARWIN 14, 17, 49, 135
DENLINGER 30
DINESMAN 37
DOLIN 77
DRAŽIĆ 125
DUMAN 30
DUSAUSSOY 26

Đ

ĐUKIĆ 16, 53, 54, 55, 115, 116, 121, 122, 123, 130
ĐULIZIBARIĆ 37
ĐURKIĆ 16, 38, 128

E

ELTON 13, 61
EŠAJEV 133

F

FARROV 57
FOOT 124
FORMOZOV 40
FOŽERO 128
FRANZ 91

G

GAVRILOVA 135
GENOV 88
GLADKINA 65
GLUMAC 16, 29, 31, 47, 79
GLUPČE 120
GOLOVANOVA 132
GONČARENKO 119, 120
GOODEY 40
GRADOJEVIĆ 50, 75, 90
GRUBOR-LAJŠIĆ 29, 30
GULHATI 123

H

HAECKEL 13, 17
HABIJAN-MIKEŠ 126
HADŽISTEVIĆ 125
HAMILTON 37, 47
HARIZANOV 132
HASE 24
HESSE 47, 48
HIPOKRAT 13
HOMONNAY 52
HORVATOVIĆ 86, 129
HUTCHINSON 13

I

ILIČEV 132

J

JAKOVLJEV 116
JANKOVIĆ 15, 89, 90
JERMY 46
JOVANIĆ 67, 77
JUDAY 13

K

KALOTAS 132
KANDUBIN 134
KANT 119
KASTORI 110
KAŠKAROV 18
KATIĆ 50, 51
KOJIĆ 124
KONDRAŠIN 40
KOPPANYI 118
KOVACS 118
KOŽANČIKOV 18, 19, 23, 27
KROGH 27
KRSMANOVIĆ 73
KRUNIĆ 29

L

LACK 73
LEE 30
LEEUWENHOECK 13
LIBIG 19
LINDEMAN 13, 14
LIVŠIC 127
LOTKA 60
LOZANOVSKI 124
LOZINA-LOZANSKI 23
LUŠIN 117

LJ

LJUBENOV 118

M

MA 108
MACELJSKI 125
MALETIN 16, 53, 54, 55, 121, 122, 123, 130
MANNINGER 43, 44, 49, 79
MANOJLOVIĆ 122
MARČETIĆ 133
MARTIN 39
MARTINOVIĆ 67
MATVEJEV 43
MAYR 80
MESZÁROS 27, 76, 125
MICHAL 66
MIHAJLOVIĆ 50, 51
MIKEŠ 15, 75, 88, 126, 134
MIKUŠKA 133
MILOJIĆ 118, 120, 121
MINORANSKI 45
MOLNAR 121
MOORE 23
MRŠIĆ 115

N

NAGY 38, 75
NASEDKINA 135
NAUMOV 39, 40
NICHOLSON 72
NIKITINA 133
NIKOLIĆ 76

ODUM E. P. 14, 59, 69
ODUM H. T. 13, 14
OSTENBRINK 121

P
PANČIĆ 14
PANEV 132
PASOL 120
PAULIAN 119
PAVLOV 117
PAYNE 28, 46
PEARL 72
PETRUHA 19, 24, 25, 27
PIMENTEL 121
PIVAR 133
PODKOPAJ 124, 125
POPOV 45, 46
PORTER 57
PROMPTOV 33
PUJIN 16, 131
PURGER 133

R
RAJKOVIĆ 16, 60
RATAJAC 16
REAMUR 28
ROESSNER 53
RUSSELL 55
RUŠKUC 29
RUŽIĆ 75
RUŽIĆ-PETROV 66

S
SALT 30
SAVIĆ 15, 83, 86
SCHEDL 61
SEKULIĆ 16, 36, 44, 78, 85, 132
SHELFORD 13
SIGUNOV 43
SIMONS 53
SISOJEVIĆ 74
SKOBLO 67
SPEDDING 109
STAMENKOVIĆ 67
STANKOVIĆ A. 26
STANKOVIĆ S. 14, 15, 18, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 37, 39, 40, 42, 43, 46, 47, 48, 50, 61, 66, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 87, 88, 89 90, 91, 105, 126
STEINER 44
STOJČEV 119
STOREY 30
STRAKA 39, 78

Š
ŠAPKAREV 55
ŠARIĆ 119, 124
ŠELUDKO 119
ŠMELEVA 24
ŠTRBAC 131

T
TERSZTYANSZKY 125
TEŠIĆ 64
THIENEMANN 19
TIMMINS 124
TISCHLER 105
TODOROVIĆ 15
TOTH 38, 52, 84, 105, 125

U
UVAROV 44

V
VARGA 125
VASIĆ 75
VASILJEV 78, 127, 131, 132
VASILJEVIĆ 74
VIKTOROV 127
VOLTERRA 60
VUČIĆ 118, 119, 126
VUKASOVIĆ 16, 26, 47, 62, 67, 68, 74, 79, 85, 131
VUKOVIĆ 133

W
WALTER 42, 43
WILLIAMS 50

Z
ZICSI 54
ZSEMBERY 49

Ž
ŽUGEC 117