

## Utjecaj poljoprivrede na herpetofaunu

Poljoprivreda je jedna od najvažnijih ljudskih aktivnosti, koja značajno oblikuje kopnene ekosustave diljem svijeta. Iako je ključna za osiguravanje hrane, poljoprivreda ima i brojne negativne utjecaje na bioraznolikost, uključujući i na herpetofaunu, skupinu kralježnjaka koja obuhvaća gmazove (Reptilia) i vodozemce (Amphibia). Herpetofauna je često vrlo osjetljiva na promjene u okolišu zbog specifičnih zahtjeva za staništem i životnim uvjetima, što ih čini dobrim bioindikatorima ekoloških promjena. Negativan utjecaj poljoprivrede ogleda se ponajprije kroz pet posljedica poljoprivredne proizvodnje: gubitak i fragmentaciju staništa, upotrebu pesticida, upotrebu gnojiva, upotrebu poljoprivredne mehanizacije i promjene hidroloških režima.

### Utjecaj gubitka i fragmentacije staništa

Fragmentacija staništa je proces kojim se velika, kontinuirana staništa razbijaju na manje, izolirane fragmente, često zbog poljoprivrednih aktivnosti poput krčenja šuma, pretvaranja močvara u obradive površine i intenziviranja poljoprivrede. Herpetofauna je posebno ranjiva na fragmentacije zbog svoje ograničene sposobnosti kretanja i specifičnih potreba za staništima. Vodozemci često ovise o vodenim staništima za razmnožavanje i kopnenim staništima za ostatak svog životnog ciklusa, dok gmazovi ovise o specifičnim mikroklimatskim uvjetima, kao što su odgovarajuća temperatura tla i dostupnost skloništa. Gubitak i fragmentacija staništa može ozbiljno ograničiti njihovo kretanje, što dovodi do izolacije populacija, smanjenja genetičke raznolikosti i povećanja rizika od izumiranja. Jedna od glavnih posljedica fragmentacije staništa je smanjenje veličine populacija i ograničenje protoka gena između njih, što može dovesti do *inbreedinga* i smanjenja sposobnosti prilagodbe na promjene u okolišu. Fragmentacija staništa često rezultira povećanjem rubnih efekata, odnosno promjenama u ekološkim uvjetima na granicama između prirodnih staništa i poljoprivrednih površina. Ove promjene mogu povećati izloženost herpetofaune predatorima, bolestima i ljudskim aktivnostima. Gmazovi su posebno osjetljivi na fragmentaciju staništa jer su ovisni o termoregulaciji. Promjene u mikroklimatskim uvjetima, poput temperature tla i vlažnosti, mogu značajno utjecati na njihovu sposobnost regulacije tjelesne temperature, što može smanjiti njihovu kondiciju i preživljavanje.

### Utjecaj upotrebe pesticida

Upotreba pesticida u poljoprivredi predstavlja značajnu prijetnju herpetofauni, a njezini učinci su višestruki i često su pogubni za ove organizme. Pesticidi, koji uključuju insekticide, herbicide, fungicide i rodenticide, često ulaze u okoliš kroz različite poljoprivredne prakse i mogu kontaminirati tla, vodna tijela i vegetaciju, stvarajući toksično okruženje za herpetofaunu. Izravni učinci pesticida uključuju akutnu toksičnost, što može dovesti do brze smrtnosti kod gmazova i vodozemaca. Insekticidi, poput organofosfata i karbamata, mogu inhibirati vitalne enzime, kao što je acetilkolinesteraza, što uzrokuje neurotoksične simptome i paralizu. Dugoročna izloženost pesticidima također može uzrokovati kroničnu toksičnost, uključujući smanjenje reproduktivnog uspjeha, smanjeni rast, oštećenje organa i oslabljeni imunološki sustav, čime se povećava podložnost bolestima i parazitima. Vodozemci su posebno osjetljivi na pesticide zbog relativno velike propusnosti njihove kože, koja omogućuje brzo upijanje kemikalija iz okoliša. Istraživanja su pokazala kako čak i niske koncentracije pesticida mogu izazvati deformacije kod punoglavaca, usporiti njihov rast i razvoj te povećati smrtnost. Osim izravnih

fizioloških učinaka, pesticidi mogu utjecati i na ponašanje herpetofaune. Subletalne doze pesticida, mogu uzrokovati smanjenje aktivnosti, promjene u obrascima hranjenja, poremećaje u plivanju ili smanjenu sposobnost izbjegavanja predatora. Ovi promijenjeni obrasci ponašanja mogu povećati ranjivost herpetofaune na predaciju i smanjiti njihovu sposobnost preživljavanja u prirodi. Jedan od najvažnijih neizravnih učinaka pesticida je njihov utjecaj na reproduktivne kapacitete gmazova i vodozemaca. Istraživanja su pokazala kako izloženost pesticidima može smanjiti plodnost, uzrokovati deformacije kod embrija te utjecati na razvoj sekundarnih spolnih obilježja.

### **Utjecaj upotrebe gnojiva**

Primjena gnojiva u poljoprivredi može imati značajne negativne učinke na herpetofaunu, a vodozemci su posebno osjetljivi na te promjene zbog svoje fiziologije i životnog ciklusa. Gnojiva koja sadrže dušik, fosfor, kalij i druge hranjive tvari često dospijevaju u obližnja vodna tijela uslijed površinskog otjecanja ili ispiranja iz tla što može uzrokovati eutrofikaciju, koja pak stvara nepovoljne uvjete za vodene faze vodozemaca i može imati dugoročne posljedice na njihove populacije. Eutrofikacija vodnih tijela, uzrokovana visokim razinama dušika i fosfora iz gnojiva, može dovesti do prekomjernog rasta algi i drugih vodenih biljaka. Kako alge i biljke propadaju, razgradnja organskog materijala od strane bakterija troši velike količine kisika, stvarajući uvjete hipoksije ili čak anoksije. Ovakvi uvjeti su izuzetno štetni za vodene vodozemce, uključujući punoglavce, koji ovise o kisiku za disanje i razvoj. Rezultirajući nedostatak kisika može smanjiti stopu preživljavanja, utjecati na rast, uzrokovati malformacije i produžiti vrijeme metamorfoze. Gnojiva koja sadrže nitrata i nitrite također predstavljaju izravnu toksičnost za vodozemce. Nitrati se lako otapaju u vodi i mogu doseći koncentracije koje su štetne za vodozemce, uzrokujući smanjenje stope preživljavanja, smanjeni rast i smanjenu reproduktivnu sposobnost.

### **Utjecaj upotrebe poljoprivredne mehanizacije**

Mehanizacija je u poljoprivredi značajno povećala učinkovitost proizvodnje, ali je također stvorila i nove prijetnje za herpetofaunu. Poljoprivredni strojevi mogu uzrokovati izravne i neizravne štetne učinke na vodozemce i gmazove, osobito na vrste koje se polako kreću ili koriste poljoprivredne površine kao staništa. Gmazovi i vodozemci su posebno ranjivi na ozljede i smrtnost tijekom mehaničke obrade tla, žetve, košnje i drugih poljoprivrednih aktivnosti. Da bi se smanjili negativni utjecaji mehanizacije na herpetofaunu, predložene su različite mjere očuvanja. Na primjer, implementacija zona zaštite oko područja bogatih herpetofaunom, stvaranje pojasa vegetacije ili travnjaka duž poljoprivrednih površina, te smanjenje intenziteta obrade tla mogu pomoći u smanjenju rizika od smrtnosti. Također, edukacija poljoprivrednika o važnosti herpetofaune i poticanje korištenja manje invazivnih metoda obrade tla mogu doprinijeti očuvanju ovih osjetljivih organizama.

### **Utjecaj promjena u hidrološkom režimu**

Poljoprivredne prakse značajno utječu na hidrološki režim ekosustava, što može imati ozbiljne posljedice za herpetofaunu. Te promjene uključuju promjene u vlažnosti tla, razini podzemnih voda, vodostaju u rijekama i jezerima, kao i dostupnosti vodenih staništa koja su ključna za opstanak mnogih vrsta. Navodnjavanje, isušivanje močvara, izgradnja kanala i sustava odvodnje te regulacija rijeka

predstavljaju glavne mehanizme putem kojih poljoprivreda mijenja hidrološki režim i time utječe na staništa herpetofaune. Navodnjavanje poljoprivrednih površina često rezultira promjenama u lokalnoj vlažnosti tla, stvarajući uvjete koji nisu prikladni za mnoge vrste herpetofaune. Prekomjerno navodnjavanje može uzrokovati zasićenje tla vodom, što stvara anaerobne uvjete koji mogu biti nepovoljni za mnoge vrste gmazova. Također, navodnjavanje može dovesti do povećanja koncentracija soli u tlu, stvarajući hipertonično okruženje koje je štetno za vodozemce, posebno tijekom faze jaja i punoglavaca. S druge strane, neadekvatno navodnjavanje i smanjenje vodnih resursa mogu dovesti do isušivanja privremenih vodenih tijela i močvara koje su ključna za reprodukciju mnogih vrsta vodozemaca. To može rezultirati smanjenom stopom preživljavanja jaja i punoglavaca te smanjenjem broja jedinki koje ulaze u odraslu populaciju. Hidrološke promjene uzrokovane poljoprivrednim aktivnostima također mogu utjecati na suha staništa koja su važna za gmazove. Smanjenje dostupnosti vode može promijeniti mikroklimatske uvjete, uključujući temperaturu i vlažnost, čime se smanjuje dostupnost prikladnih termoregulacijskih mikrohabitatnih uvjeta. Promjene u vlažnosti tla također mogu utjecati na dostupnost skloništa u podzemnim jazbinama i pukotinama, što može smanjiti stope preživljavanja kod gmazova koji koriste ova staništa. Važno je napomenuti da promjene u hidrološkom režimu često djeluju u kombinaciji s drugim stresorima, kao što su fragmentacija staništa, upotreba pesticida i gnojiva, te klimatske promjene. Ovi kombinirani učinci mogu povećati stres na populacije herpetofaune i smanjiti njihovu sposobnost prilagodbe. Na primjer, kombinacija suše i smanjenja dostupnosti vodenih tijela može dramatično smanjiti uspjeh razmnožavanja i stopu preživljavanja vodozemaca.

### **Pozitivni utjecaji poljoprivrede na herpetofaunu**

Iako poljoprivreda često ima negativne utjecaje na herpetofaunu, postoje slučajevi u kojima poljoprivredna područja mogu pružiti važne resurse i staništa za određene vrste gmazova i vodozemaca. Poljoprivredni krajolici, posebno oni koji se održavaju putem ekološki prihvatljivih i održivih poljoprivrednih praksi, mogu djelovati kao sekundarna staništa koja podržavaju biološku raznolikost i omogućavaju opstanak herpetofaune. Ekološka poljoprivreda, koja se temelji na smanjenoj upotrebi pesticida, herbicida i umjetnih gnojiva, može stvoriti uvjete koji su povoljni za herpetofaunu. Na primjer, voćnjaci, vinogradi i pašnjaci održavani bez upotrebe kemijskih sredstava pružaju bogatu strukturu vegetacije koja može poslužiti kao sklonište, lovište i mjesto za termoregulaciju mnogih vrsta gmazova. Održavanje travnjaka u takvim poljoprivrednim sustavima omogućava prisutnost kukaca i drugih manjih beskralježnjaka, koji su glavni izvor hrane za mnoge vrste herpetofaune. Vinogradi, mogu pružiti prikladna staništa za guštere, zmije i druge gmazove, posebno ako su okruženi kamenim zidovima, hrpama kamenja i gustom vegetacijom koja stvara mikroklimatske uvjete pogodne za termoregulaciju i sklonište. Takva područja također mogu omogućiti migraciju između prirodnih staništa, pružajući herpetofauni koridore koji povezuju fragmentirana područja. Pašnjaci i travnjaci, posebno oni koji se održavaju kroz ekstenzivnu ili organsku poljoprivredu, pružaju staništa koja su slična prirodnim livadama i travnjacima, stoga su idealni za mnoge vrste vodozemaca i gmazova. Ekstenzivno upravljani pašnjaci s ograničenom upotrebom gnojiva i pesticida omogućavaju rast različitih biljnih vrsta koje mogu osigurati hranu i sklonište za herpetofaunu.