



PREGLEDNI RAD / REVIEW

Biološka raznolikost i održivi razvoj

Biodiversity and Sustainable Development

Anita Slavica*, Antonija Trontel

Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Prekomjerno iskorištavanje tla, zaliha vode i izvora energije ugrožava mogućnosti proizvodnje hrane i drugih proizvoda ključnih za opstanak čovjeka te nepovratno mijenja Zemlju kao cjeloviti ekosustav. Održivi razvoj je razvoj koji uspješno povezuje gospodarske, društvene i okolišne odrednice u okvirima institucionalnih, političkih, pravnih i tehnoloških sustava. Održivi razvoj podupiru tri glavna čimbenika: održiva poljoprivredna proizvodnja, poboljšanje socio-ekonomskih odnosa i napredak tehnologije. Biološka raznolikost temelj je održive poljoprivredne proizvodnje i podrazumijeva tri glavne kategorije: genetičku raznolikost, raznolikost vrsta i raznolikost ekosustava. Neki autori ovdje pridodaju i četvrtu kategoriju - funkcijsku raznolikost. Biološka raznolikost ishodište je ekonomskih, estetskih, zdravstvenih i kulturnih povlastica. Globalna komunikacija i razmjena dobara imaju snažan utjecaj na biološku raznolikost. Jedan od uzroka smanjenja biološke raznolikosti je uništavanje prirodnih staništa zbog urbanizacije i širenja poljoprivrednih površina. Ugroza autohtone biološke raznolikosti rezultat je i migracija određenih vrsta u druga staništa zbog različitih aktivnosti čovjeka kao i uvođenja alohtonih vrsta.

Ključne riječi: biološka raznolikost, održivi razvoj

Summary

Excessive exploitation of soil, water reserves and energy sources endanger our ability to produce food and other products that are essential for survival of humans, and irreversibly change the Earth as integral ecosystem. Sustainable development successfully connects determinants of economy, society and environment which correspond to institutional, political, legal and technological systems. Sustainable development is supported by three main factors: sustainable agriculture, improvement of social-economic relationships, and progress in technology. Biological diversity is basis for sustainable agriculture and imply three main categories: genetic diversity, species diversity and ecosystem diversity. Functional diversity is added to these three categories by some authors. Biodiversity provides a source of economic, aesthetic, health and cultural privileges. Global communication and exchange of goods have strong impact on biodiversity. Destruction of natural habitats due to urbanisation and expansion of arable areas is just one cause of biodiversity reduction. Imperil of indigenous biodiversity is also result of migration of some species to other habitats as result of human activities as well as introduction of allochthonous species.

Key words: biodiversity, sustainable development

1. Uvod

Biološka raznolikost (bioraznolikost) jedan je od ključnih čimbenika koji podupiru održivi razvoj. Biološka raznolikost ishodište je značajnih ekonomskih, estetskih, zdravstvenih i kulturnih povlastica (Daily i Matson, 2008). Napredak i boljitak civilizacije i ekološka ravnoteža na Zemlji direktno zavise o opsegu i statusu biološke raznolikosti (Tablica 1.). Biološka raznolikost ima ključnu ulogu u svim biogeokemijskim ciklusima na Zemlji. Raznovrsnost biljnih i životinjskih vrsta konstantano osigurava sirovine za proizvodnju prehrambenih proizvoda, medicinskih pripravaka i lijekova, kao i svih drugih vrsta proizvoda potrebnih za opstanak čovjeka. Biološka raznolikost je izvor genetičkog materijala koji omogućava razvoj novih i poboljšanih varijeteta biljaka za poljoprivrednu proizvodnju. Uz pobrojane direktne dobrobiti potrebno je istaknuti i manje opipljive povlastice koje proizilaze iz prirodnih ekosustava i njihovih komponenti. Ove povlastice podrazumijevaju vrijednosti povezane s održivošću prirodnih krajobrazza tj. opstankom različitih vrsta organizama čiji broj se konstantno smanjuje, a neke vrste, nažalost, i izumiru.

Biološka raznolikost podrazumijeva raznolikost gena, vrsta, zajednica vrsta, ekosustava i, još šire, raznolikost na Zem-

lji kao cjelovitom ekosustavu. Biološka raznolikost obuhvaća sva živa bića, od najjednostavnijeg virusa do viših biljaka i životinja; naglašava postojanje i važnost različitosti. Prema Međunarodnoj konvenciji o biološkoj raznolikosti, biološka raznolikost se može definirati kao sveukupnost svih živih organizama koji obitavaju u različitim staništima i dio su ekoloških cjelina u i na tlu, u moru i drugim vodenim ekosustavima (UN, 1992). Vrjednovanje potrebe za biološkom raznolikošću, a naročito određivanje međuodnosa biološke raznolikosti ekosustava naspram ukupne biološke raznolikosti nije nimalo jednostavna zadaća (Purvis i Hector, 2000; Tilman, 2000). Možda sljedeći primjer može približiti teškoće pri ispunjavanju ove zadaće: biološka raznolikost je obavezan dio održive strukture svakog ekosustava; održivost ekosustava ima brojne komponente i, između ostalih, tu je i potreba za osiguravanjem prehrambenih potreba i zdravstvene skrbi za siromašne koji ne mogu zadovoljiti osnovne potrebe; nedvojbeno je da brizi za siromašne treba dati prioritet, a briga za siromašne mora biti uravnotežena s biološkom raznolikošću ekosustava *per se*. Tako je npr. tijekom nekoliko zadnjih godina zabrana primjene 1,1,1-triklor-2,2-di(4-klorfenil)etana (DDT) u Africi uzrokovala smrt tisuća ljudi koji su oboljeli od malarije (Attaran i Maharaj, 2000; Curtis i Lines, 2000; WHO, 2005).

Corresponding author: aslavica@pbf.hr

Tablica 1. *Primarna dobra i njihove funkcije u ekosustavima (Ammann, 2009).*
Table 1. *Primary goods and their functions in ecosystems (Ammann, 2009).*

ekosustav ecosystem	dobra goods	funkcije functions
poljoprivredni ekosustavi agro-ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> ▫ usjevi za proizvodnju hrane food crops ▫ usjevi za proizvodnju različitih materijala crops for production of different materials ▫ genetički materijal genetic material 	<p>koriste ugljik iz atmosfere/sequester atmospheric carbon;</p> <p>sudjeluju u nastanku organske tvari/build organic matter;</p> <p>staništa su za brojne vrste ptica, insekata i drugih organizama koji obitavaju u i na tlu, a važni su za poljoprivrednu proizvodnju/provide habitat for birds, insects and soil organisms which are of great importance for agriculture;</p> <p>podržavaju određene funkcije riječnih tokova (npr. kontrola toka, zaštita tla)/maintain certain watershed functions (e.g. flow control, soil protection);</p> <p>osiguravaju određeni broj radnih mjesta/provide employment.</p>
ekosustavi šuma forest ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> ▫ drvena građa timber ▫ drvo za ogrijev fuel wood ▫ pitka voda i voda za navodnjavanje drinking and irrigation water ▫ ne-drveni proizvodi (vino, bambus, lišće, itd.) non-timber products (vine, bamboo, leaves, etc.) ▫ potencijalni prehrambeni proizvodi (med, gljive, različiti plodovi, jestive biljke) potential food (honey, mushrooms, diferent fruits, edible plants) ▫ genetički materijal genetic material 	<p>sudjeluju u ciklusima kruženja elemenata/participate in cycles of nutrients;</p> <p>koriste ugljik iz atmosfere/sequester atmospheric carbon;</p> <p>ispuštaju kisik/emit oxygen;</p> <p>smanjuju koncentraciju različitih zagađivača zraka/reduce air-pollutants;</p> <p>podržavaju niz funkcija spremišta vode (npr. pročišćavanje, kontrola toka, stabilizacija tla)/maintain array of watershed functions (e.g. purification, flow control, soil stabilization);</p> <p>podržavaju biološku raznolikost/maintain biodiversity;</p> <p>staništa su za različite vrste iz biljnog i životinjskog svijeta/provided habitat for different plant and animal species;</p> <p>sudjeluju u izgradnji tla/generate soil;</p> <p>osiguravaju određeni broj radnih mjesta/provide employment;</p> <p>doprinosu estetskoj vrijednosti ekosustava i osiguravaju mjesta za rekreaciju/contribute to aesthetic beauty of ecosystem and provide recreation.</p>
ekosustavi u pitkoj vodi freshwater ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> ▫ voda za piće i navodnjavanje drinking and irrigation water ▫ riba fish ▫ hidroenergija hydroelectricity ▫ genetički materijal genetic material 	<p>sudjeluju u ciklusima kruženja elemenata/participate in cycles of nutrients;</p> <p>koriste ugljik iz atmosfere/sequester atmospheric carbon;</p> <p>podržavaju biološku raznolikost/maintain biodiversity;</p> <p>staništa su za različite vrste iz biljnog i životinjskog svijeta/provided habitat for different plant and animal species;</p> <p>puferiraju tokove (kontroliraju vremenska razdoblja i volumen doziranja svježe vode u riječne tokove)/buffer water flows (control timing and volume of freshwater dose to watersheds);</p> <p>razrijeđuju i odnose otpad iz ekosustava/dilute and carry away wastes form ecosystem;</p> <p>transportni su putevi/provide transportation corridor;</p> <p>osiguravaju određeni broj radnih mjesta/provide employment;</p> <p>doprinosu estetskoj vrijednosti ekosustava i osiguravaju mjesta za rekreaciju/contribute to aesthetic beauty of ecosystem and provide recreation.</p>
ekosustavi travnjaka grassland ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> ▫ stočarstvo (hrana, lovna divljač, skloništa) livestock (food, game animal, hides) ▫ voda za piće i navodnjavanje drinking and irrigation water ▫ genetički materijal genetic material 	<p>sudjeluju u ciklusima kruženja elemenata/participate in cycles of nutrients;</p> <p>koriste ugljik iz atmosfere/sequester atmospheric carbon;</p> <p>ispuštaju kisik/emit oxygen;</p> <p>podržavaju biološku raznolikost/maintain biodiversity;</p> <p>staništa su za različite vrste iz biljnog i životinjskog svijeta/provided habitat for different plant and animal species;</p> <p>smanjuju koncentraciju različitih zagađivača zraka/reduce air-pollutants;</p> <p>sudjeluju u izgradnji tla/generate soil;</p> <p>podržavaju niz funkcija spremišta vode (npr. pročišćavanje, kontrola toka, stabilizacija tla)/maintain array of watershed functions (e.g. purification, flow control, soil stabilization);</p> <p>osiguravaju određeni broj radnih mjesta/provide employment;</p> <p>doprinosu estetskoj vrijednosti ekosustava i osiguravaju mjesta za rekreaciju/contribute to aesthetic beauty of ecosystem and provide recreation.</p>



Tablica 1. Primarna dobra i njihove funkcije u ekosustavima (Ammann, 2009) (nastavak).
Table 1. Primary goods and their functions in ecosystems (Ammann, 2009) (continued).

ekosustav	dobra	funkcije
ecosystem	goods	functions
ekosustavi mora i obalnog područja	▫ riba i školjke fish and shellfish	koriste ugljik iz atmosfere/sequester atmospheric carbon; staništa su za različite vrste iz biljnog i životinjskog svijeta/provided habitat for different plant and animal species;
marine and coastal ecosystems	▫ morska trava (za hranu i upotrebu u industriji) seaweed (for food and use in industry)	ublažavaju učinak vremenskih nepogoda (npr. otoci kao zapreka širenju nepovoljnih vremenskih uvjeta)/moderate storm impacts (e.g. barrier islands);
	▫ sol salt	staništa su za različite vrste iz biljnog i životinjskog svijeta/provided habitat for different plant and animal species;
	▫ genetički materijal genetic material	podržavaju biološku raznolikost/maintain biodiversity; razrijeđuju otpadni materijal i sudjeluju u njegovoj razgradnji/dilute and treat wastes;
	▫ nafta, minerali petroleum, minerals	mjesta su za izgradnju luka i putevi za transport/provide harbors and transportation routes; osiguravaju određeni broj radnih mjesta/provide employment; doprinosu estetskoj vrijednosti ekosustava i osiguravaju mjesta za rekreaciju/contribute to aesthetic beauty of ecosystem and provide recreation.
ekosustavi pustinje	▫ ograničena ispaša i lov limited pasture and hunting	koriste ugljik iz atmosfere/sequester atmospheric carbon; podržavaju biološku raznolikost/maintain biodiversity;
desert ecosystems	▫ ograničena količina drva za ogrijev limited fuelwood	staništa su za različite vrste iz biljnog i životinjskog svijeta/provided habitat for different plant and animal species;
	▫ genetički materijal genetic material	osiguravaju određeni broj radnih mjesta/provide employment;
	▫ nafta, minerali petroleum, minerals	doprinosu estetskoj vrijednosti ekosustava i osiguravaju mjesta za rekreaciju/contribute to aesthetic beauty of ecosystem and provide recreation.

2. Novi koncept održivog razvoja

Koncept održivog razvoja ponekad se definira kao izuzetno defenzivan koncept (Bösch, 2009) i učestalo rabi u cilju sprječavanja primjene genetski modificiranih organizama (GMO). Međutim, ukoliko se teži održivom razvoju i ukoliko se razmišlja o sadržaju definicije pojma održivog razvoja, ovom se definicijom nedvosmisleno mora predvidjeti napredak koji zahtijeva ne samo očuvanje postojećeg stanja na Zemlji već i razvoj i upravljanje novim modelima proizvodnje i potrošnje.

Pojam održivi razvoj može se definirati na više načina, a jedna od definicija koja se često koristi je sljedeća: Održivi razvoj je razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnje generacije ne ugrožavajući pri tome mogućnosti zadovoljenja potreba budućih generacija. Održivi razvoj kao cjelinu određuju: (i) **koncept potreba**, naročito osnovnih potreba siromašnih u cijelom svijetu kojima treba dati prioritet; i (ii) **ideja o ograničenjima**, koja je nametnuta i statusom tehnologije i organizacijom društva (UN, 1987). Održivi razvoj se može definirati i kao razvoj koji uspješno povezuje gospodarske, društvene i okolišne čimbenike u okvirima institucionalnih, političkih, pravnih i tehnoloških sustava. Dakle, održivi razvoj podrazumijeva poboljšanje kvalitete života unutar kapaciteta postojećih sustava. Održivi razvoj jedan je od osnovnih preduvjeta za opstanak ljudske vrste, a podupiru ga održiva poljoprivredna proizvodnja koja teži većoj kompetitivnosti i inovativnosti u cilju proizvodnje veće količine proizvoda na

što manjoj površini, napredak u socio-ekonomskim odnosima i napredak tehnologije.

2.1. Održiva poljoprivredna proizvodnja

Biološka raznolikost temelj je održive poljoprivredne proizvodnje. Yokoi (2000) opisuje niz konkretnih mjera i normi pomoću kojih bi se mogla postići bolja poljoprivredna proizvodnja. Važno je istaknuti da se kod ovih prijedloga ne podrazumijeva značajna razlika između uzgoja transgenih biljaka i uzgoja ne-transgenih biljaka. U poljoprivrednoj proizvodnji, kao dijelu koncepta održivog razvoja, potrebno je poticati i razvijati proizvodnju koja se temelji na znanju i koja koristi obnovljive sirovine (Swaminathan, 2001). Povezivanjem ključnih pojmova vezanih za održivu poljoprivrednu proizvodnju nastao je izraz "organski precizna biotehnoška poljoprivreda". Jedan od nedostataka organskog uzgoja biljaka, kako je to pokazano u brojnim eksperimentima, može biti nizak prinos i eko-imperijalistički stav tzv. "velikih" prema "malim" proizvođačima u zemljama u razvoju (Paarlberg, 2000). Ovdje treba istaknuti pionirski rad u razvoju postupaka za recikliranje u poljoprivrednoj proizvodnji (Kirchmann i sur., 2005) kao i razvoju upravljanja krajobrazima (Stobbelaar i sur., 2000).

2.2. Poboljšanje socio-ekonomskih odnosa

Jedan od najvažnijih faktora socio-ekonomskih odnosa, naročito u vrijeme ove svjetske ekonomske krize, je postizanje

veće jednakosti. U tom smislu potrebno je reducirati potpore koje se dodjeljuju proizvođačima u tzv. razvijenom svijetu. Dodjeljivanje ovih potpora može se smatrati vrstom protekcionizma i svakako treba preispitati poticanje proizvodnje na ovaj način. U zemljama u razvoju vrlo je važno usklađivanje proizvodnje s kretanjima na svjetskom tržištu koja ne bi smjela ograničavati proizvodnju hrane kao ni društvena zbivanja u ovim zemljama. Hipoteze po kojima su zemlje u razvoju pod kontrolom multinacionalnih kompanija opovrgnute su nizom studija (Atkinson, 2003; Cohen, 2005). Nadalje, pozornost treba usmjeriti i na tzv. novi kreativni kapitalizam - novi koncept koji podrazumijeva usklađivanje tradicionalnih znanja i najnovijih znanstvenih postignuća. Ovi su procesi usklađivanja izuzetno zahtjevni i spori, i to iz nekoliko razloga. Jedan od razloga je taj da je sustav intelektualnog vlasništva gotovo u cijelosti unilateralan, što je sasvim razumljivo s obzirom da se glavina znanstvenih istraživanja odvija u razvijenom svijetu. Predviđaju se znatna ulaganja u nova područja u znanosti, npr. u biomimetiku (bionika), ali i u poljoprivredu. Kod razvoja biomimetike svakako pomaže opremljenost visokom tehnologijom, ali nije i neophodna. U poljoprivredi je potrebno definirati nove ciljeve istraživanja i proizvoditi nove proizvode (tzv. nova hrana). Jedan primjer novijih istraživanja su istraživanja higroskopskih mehanizama koji su karakteristični za neke mikroorganizme, biljke i insekte (Iturriaga i sur., 2009). Istraživanjima se planira doprijeti do detalja ovih mehanizama koji funkcioniraju i do 200 godina nakon gubitka većine funkcija određenog organizma. U skorijoj budućnosti možda biti moguće koristiti razlike u adiabatnoj vlazi, koje se javljaju tijekom dana zbog fluktuacija klimatskih parametara, i na taj način proizvoditi energiju.

2.3. Napredak tehnologije

Napredak tehnologije podupire održivi razvoj, ali predstavlja i izazov za naše projekcije evolucije u biološkom i općenitom smislu ovog pojma. Pod pojmom evolucije još se uvijek podrazumijevaju različiti procesi stvaranja (Mayr, 1991) i to ne samo kod oponenta korištenja metoda genetičkog inženjerstva. U vrlo skorijoj budućnosti od iznimne važnosti će biti prihvaćanje pojma evolucije u svojoj širini kao i jasno isticanje činjenice da smo prije mnogo godina počeli intervenirati u evoluciju čovjeka kroz npr. modernu medicinu. Ukoliko se provodi i prezentira na etički prihvatljiv način, uzgoj različitih kultura biljaka novijim i boljim postupcima ima potencijal da unaprijedi našu civilizaciju. Dinamika brojnih istraživanja iz različitih područja znanosti već je sad zavisna i o kapacitetu kompleksnih algoritama koji prikupljaju i obrađuju polivalentne podatke i obavljaju izračune. Sukladno tomu ukazala se potreba za korištenjem umjetne inteligencije. Održivi razvoj ima za cilj i unaprjeđenje procesa proizvodnje hrane i kvalitete života ljudske vrste. Za to nam je potrebna primjena novih tehnologija i razvoj tehnologija koje su za sada u samim začetcima. Pri tome je pojam "samo jedna planeta" podsjetnik za mjere opreza koje treba poduzeti tijekom svih aktivnosti čovjeka koje utječu na evoluciju (Azzone, 2008; Mesoudi i Danielson, 2008).

3. Tipovi biološke raznolikosti

3.1. Genetička raznolikost

Genetički materijal pripada grupi osnovnih građevnih jedinica od kojih su izgrađene sve žive stanice. Genetički slijedovi kodiraju proteine i dio su signalno-regulatornog sustava stanice. Slijedovi nukleotida vrlo su slični kod svih poznatih vrsta. Neznatne jedinstvene razlike između genetičkih slijedova različitih vrsta organizama od izuzetne su važnosti jer uglavnom kodiraju proteine koji sudjeluju u prilagodbi stanice na specifične uvjete u njezinoj okolini. Određena kombinacija gena (genom) kod neke stanice ili organizma presudna je za genetičku i fenotipsku raznolikost kao i sposobnost prilagodbe i preživljavanja stanice ili organizma u uvjetima selekcije. Zbog toga se smatra da se određeni ekosustav i njegova prilagodljivost različitim uvjetima u cilju opstanka mogu očuvati ukoliko se osigura zadržavanje gena u autohtonim stanicama tj. organizmima. Broj metabolita identificiranih kod samo jedne vrste stanica znatno je veći od broja gena koji kodiraju određene proteine/enzime koji onda mogu sudjelovati u različitim metaboličkim putevima kojima se proizvode brojni metaboliti. Iz ovog je jasno da koncept "jedan gen - jedna mRNA - jedan protein" treba izmjeniti. Zbog post-translacijskih modifikacija proteina broj okarakteriziranih proteina puno je veći od broja definiranih gena u jednoj stanici. Post-translacijskim modifikacijama proteina moguće je poduprijeti i brojnost živih organizama koji se razlikuju samo po vrlo malom dijelu pripadajućih im gena. Na ovaj se način objašnjava i manji broj gena definiranih u jednom organizmu nego broj fizioloških karakteristika ovog organizma.

3.2. Raznolikost vrsta

Smatra se da je raznolikost vrsta najbolji pokazatelj biološke raznolikosti. Vrsta bi se mogla opisati kao skup populacija koje se razlikuju jedna od druge na nivou genetičkih slijedova, a pripadnici iste vrste mogu se pariti i dobiti plodno potomstvo. Genetičke razlike populacija unutar iste vrste očituju se kao morfološke i fiziološke razlike, razlike u prilagodbi na novonastale uvjete i razlike u životnom vijeku. Genetičke karakteristike jedinke unutar određene populacije utječu na skup karakteristika koje se jasno očituju, a koje nazivamo fenotip. Do danas je prepoznato, opisano i imenovano oko 1.75 milijuna vrsta i smatra se da je većina vrsta još uvijek nepoznata. Konačan broj vrsta procjenjuje se na oko 17.5 milijuna, a još bi trebalo opisati preostali dio nepoznatih vrsta mikroorganizama i insekata (May, 2010).

3.3. Raznolikost ekosustava

Ekosustav je dio Zemljine površine koji se nizom jedinstvenih karakteristika razlikuje od ostalih područja. Tri su osnovne kategorije ekosustava: prirodni ekosustav, tzv. poluprirodni i upravljani ekosustav. Prirodni ekosustavi su ekosustavi u kojima nisu zabilježene aktivnosti čovjeka. Većina ekosustava su okruženje u kojem se odvijaju različite aktivnosti čovjeka i upitno je postoji li danas ijedan uistinu prirodni ekosustav. Ovdje treba istaknuti da se u ovom kontekstu aktivnosti



čovjeka smatraju "neprirodnim". Polu-prirodni ekosustavi su sustavi čija se struktura i funkcija ograničeno narušava zbog odvijanja određenih aktivnosti čovjeka. Polu-prirodni sustavi vrlo su bliski trećoj, vrlo širokoj kategoriji ekosustava - tzv. upravljanim ekosustavima. Ovi su sustavi izloženi različitim stupnjevima narušavanja i ovdje pripadaju ekosustavi u kojima se odvija poljoprivredna proizvodnja, ekosustavi s nastanjenim područjima kao i ekosustavi u zemljama u razvoju u kojima se tek počinje razvijati proizvodnja.

Pozornost koju posvećujemo funkcioniranju ekosustava, međusobnoj interakciji dvaju ili više ekosustava, prepoznavanju kritičnih ekosustava koji su od vitalne važnosti za kvalitetu i održavanje života na Zemlji je zapravo zanemariva (Liu i sur., 2010). Sve aktivnosti naše civilizacije trebale bi biti usklađene s očuvanjem što većeg broja ekosustava s cjelokupnim spektrom vrsta koje će onda osigurati maksimalnu biološku raznolikost. Ipak, naša saznanja mogla bi biti dovoljna za definiranje aktivnosti i prioriteta u smislu očuvanja i boljeg upravljanja ekosustavima. Pri tome se ne treba zanositi idejom da se biološka raznolikost npr. biljaka može održavati pomoću banki gena. Jedini način na koji bi se mogla održati biološka raznolikost biljaka je aktivni uzgoj i razmnožavanje biljnih vrsta.

4. Raspodjela biološke raznolikosti

Biološka raznolikost nije ravnomjerno raspodijeljena na Zemlji (McGill i sur., 2007; Borregaard i Rahbek, 2010). Znatno širi spektar različitih vrsta karakterističan je za vlažnija i toplija područja bez sezonskih klimatskih promjena. Ova se područja obično nalaze na nižim nadmorskim visinama. Područja Južne Amerike, otočja Kariba, zatim tropska područja u Aziji i na Pacifiku staništa su za oko 80 % vrsta koja čine tzv. ekološku mega-raznolikost (Lughadha i sur., 2005). Svaki tip ekosustava podupire opstanak jedinstvenog skupa vrsta s karakterističnim genotipovima i fenotipovima. Kvantitativno, raznolikost vrsta na globalnoj razini je koncentrirana u tropskim šumama. Amazonski bazen ima oko 300 različitih vrsta stabala po jednom hektaru površine i podržava najbogatiji poznati svijet riblje faune s više od 2500 vrsta u riječnim tokovima ovog područja. Prema broju životinjskih vrsta po jedinici površine najbogatiji ekosustavi na svijetu su sub-planinske tropske šume u Aziji i Južnoj Americi (Ammann, 2009).

5. Smanjenje biološke raznolikosti

Biološka se raznolikost smanjuje velikom brzinom u svim područjima na Zemlji. Smanjenje biološke raznolikosti može se iskazati izumiranjem pojedinih vrsta, izumiranjem grupe vrsta ili kroz opadanje broja organizama koja pripadaju jednoj vrsti. Smanjenje biološke raznolikosti u određenom ekosustavu odražava se na mogućnost prilagodbe i opstanka cjelokupnog sustava. Pri tome nekontrolirani porast brojnosti bilo koje vrste, a naročito ljudske vrste, može rezultirati kontrolom razmnožavanja svoje i drugih vrsta. Nestajanje staništa zbog proširenja područja za stanovanje i povećanja područja na kojima se uzgajaju različite poljoprivredne kulture glavni su uzroci smanjenja broja vrsta ili izumiranja za oko 85 % svih poznatih vrsta. Preobrazba prirodnog ekosustava u sustav s poljoprivrednom proizvodnjom temeljito i nepovratno mijenja

stanište. Ovakva temeljita promjena staništa naziva se eko-imperijalizmom. Danas više od 50 % ljudske populacije živi u urbanim područjima i do 2020. godine predviđa se porast ove vrijednosti na 60 % kada će samo u Europi i SAD-u više od 80 % populacije živjeti u urbanim zonama. Prije oko 5000 godina udjel obradivih površina na Zemlji bio je zanemariv. Danas obradive površine pokrivaju otprilike oko 1.5 milijardi hektara površine, a površine od oko 3.5 milijardi hektara klasificirane su kao pašnjaci. Ove dvije vrijednosti zajedno daju oko 38 % od ukupno dostupne površine tla koja, prema statistici FAO-a, iznosi oko 13 milijardi hektara (Ammann, 2009).

5.1. Ugroza biološke raznolikosti staništa uvođenjem alohtonih vrsta

Neplanirano ili loše planirano uvođenje alohtonih vrsta i genetičkog materijala predstavlja način ugroze biološke raznolikosti u staništima u i na tlu kao i u staništima u vodama. Tisuće novih gena uvode se tijekom samo jedne godine u staništa sadnjom drveća i drugih biljaka, unosom mikroorganizama kao i migracijom životinjskih vrsta. Mnogi od ovih organizama jedva prežive u novom staništu i nakon desetljeća prilagodbe mogu postati invazivni. Uvođenje alohtonih vrsta u stanište može se tumačiti kao porast biološke raznolikosti iako konačni učinak može biti sasvim suprotan. U prirodnim staništima alohtone vrste obično potisnu autohtone vrste tako da potonje budu ograničene ili izumru. Veći dio alohtonih vrsta dopiye u stanište transportom komercijalnog sjemenja i biljnog materijala (npr. pamuka). Staništa u svježoj vodi se najviše mijenjaju zahvaljujući aktivnostima čovjeka, naročito u područjima s višim prosječnim temperaturama. U većini ovih područja uvođenje alohtonih vrsta znatno utječe na vodena staništa na kopnu uz često ireverzibilan utjecaj na biološku raznolikost i cjelokupno funkcioniranje ovih ekosustava. Nekoliko vrsta vodenih biljaka rasprostranilo se vegetativnim rastom gotovo po cijeloj Zemlji. Vodeni zumbul (*Eichhornia crassipes*) je takav primjer rasprostranjenosti biljaka u vodama tropskog područja.

5.2. Središta biološke raznolikosti i središta raznolikosti biljnih vrsta

Pojmovi središte biološke raznolikosti i središte biološke raznolikosti biljaka nisu još jasno definirani. Harlan (1971) je predložio teoriju po kojoj sve biljne vrste potječu iz tri različita nezavisna sustava. Svaki ovaj sustav sastoji se od centralnog i perifernog dijela. Jedan takav sustav nalazi se na području Bliskog Istoka s perifernim dijelovima na području Afrike, drugi sustav obuhvaća sjevernu Kinu s perifernim područjima u sjeveroistočnoj Aziji i južnom Pacifiku, dok se treći sustav nalazi na području centralne Amerike s periferijom u područjima Južne Amerike. Rašireno je mišljenje da se na ove centre ne bi trebalo utjecati modernim tehnikama uzgoja biljnih vrsta. Ovo se mišljenje zasniva na činjenici da su područja s visokom biološkom raznolikošću izrazito podložna invazivnim procesima, što je zapravo netočno. Neke studije pokazuju da visoka biološka raznolikost znači i veću stabilnost ekosustava prema invazivnim vrstama kao i prema uvođenju genetičkog materijala. Uvođenje alohtonih vrsta koje su potencijalni pred-

atori i patogeni može uzrokovati izumiranje autohtonih vrsta, naročito u staništima smještenim na ograničenoj površini kao što su npr. otoci i jezera. Zabilježeno je i nekoliko slučajeva izumiranja autohtonih vrsta koja se mogu pripisati procesima kompeticije s alohtonim vrstama. Ovi slučajevi pokazuju da je kompeticijski potaknuto izumiranje dugoročniji proces od procesa izumiranja zbog djelovanja predatora ili procesa izumiranja zbog invazije alohtonih vrsta.

6. Raznolikost biljnih vrsta

Brojne publikacije koje opisuju raznolikost biljnih vrsta postavljaju pitanje je li biološka raznolikost *per se* općenito dobra. Pretpostavlja se da bi trebali težiti ka što većoj mogućoj biološkoj raznolikosti. Neki istraživači smatraju da nema velikih razlika između transgenih i ne-transgenih biljaka (Arber, 2009). Razlike između ovih biljaka odnose se na: namjerne ciljne izmjene genetičkih slijedova, internu raspodjelu dijelova genomske DNA i uvođenje manjih dijelova DNA iz drugog tipa organizma horizontalnim transferom gena. Ipak, postoje razlike u biološkoj evoluciji genetski modificiranih vrsta i biološkoj evoluciji vrsta divljeg tipa. Genetski modificirane vrste fenotipski iskazuju određene ciljne izmjene dok priroda slučajno raspoređuje genetičke varijacije i to bez određenog cilja. U prirodnim uvjetima evolucija se odvija zbog prirodne selekcije i genetičkih varijacija. Prirodna selekcija je odlučujuća za genetičku raznolikost i sve promjene genetičkih slijedova koje se događaju u prirodi ne podnose nužno prirodnu selekciju. Brojni istraživači iskusili su učinak ove prirodne sile koja ne dozvoljava funkcionalnu disharmoniju kod mutiranih organizama.

Zaključak

Održiva poljoprivredna proizvodnja s pravom se nameće kao ključni čimbenik održivog razvoja budući da se broj gladnih u svijetu procjenjuje na oko jednu milijardu. Opseg i ozbiljnost ovog problema ne dozvoljava daljnje sterilno sofisticirano postavljanje hipoteza o negativnim učincima planiranih procesa proizvodnje koji bi se mogli javiti kroz neko vrijeme, npr. kroz nekoliko desetljeća, do kada će većina siromašnog i ugroženog stanovništva umrijeti. Proizvodnja tzv. "zlatne riže" primjer je novog modela proizvodnje i potrošnje koja može značajno utjecati na ugroženost zdravlja i opstanak rastuće ljudske populacije. Iz ovog je primjera jasno da možemo relativno brzo razviti nove proizvode čija proizvodnja ne bi trebala biti opterećena nepotrebnim i brojnim mjerama regulacije. Alternativa ovom rješenju je tolerancija umiranja tisuća djece koja umiru zbog nedostatka vitamina A tijekom samo jedne godine. Kod razvoja i primjene novih tehnologija i proizvoda svaki bi čovjek trebao sudjelovati u ocjeni rizika. Ova zadaća nosi ogromnu etičku odgovornost.

Literatura

Ammann K. (2009) Can GM crops help to enhance biodiversity? Dostupno na: www.efb-central.org. Pristupljeno: 22.02.2010.

Arber W. (2009): The impact of science and technology on the civilisation, *Biotechnology Advances*, 27, str. 940-944.

Atkinson R.C., Beachy R.N., Conway G., Cordova F.A., Fox M.A., Holbrook K.A., Klessig D.F., McCormick R.L., McPherson P.M., Rawlings III H.R., Rapson R., Vanderhoef L.N., Wiley J.D., Young C.E. (2003): INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS: Public sector collaboration for agricultural IP management, *Science* 301, str. 174-175.

Attaran A., Maharaj R. (2000): Ethical debate - doctoring malaria, badly: the global campaign to ban DDT, *British Medical Journal* 321, str. 1403-1403.

Azzone G.F. (2008): The biological foundations of culture and morality, *Rendiconti Lincei*, 19, str. 189-204.

Borregaard M.K., Rahbek C. (2010): Causality of the relationship between geographic distribution and species abundance, *The Quarterly Review of Biology*, 85, str. 3-25.

Böschchen S. (2009): Hybrid regimes of knowledge? Challenges for constructing scientific evidence in the context of the GMO-debate. *Environmental Science and Pollution Research*, 16, str. 508-520.

Cohen J.I. (2005): Poorer nations turn to publicly developed GM crops. *Nature Biotechnology*, 23, str. 27-33.

Curtis C.F., Lines J. D. (2000): Should DDT be banned by international treaty? *Parasitology Today*, 16, str. 119-121.

Daily G.C., Matson P.A. (2008): Ecosystem services: from theory to implementation, *Proceedings of the National Academy of the United States of America*, 105, str. 9455-9456.

Harlan J.R. (1971): Agricultural origins - centers and non-centers, *Science*, 174, str. 468-474.

Iturriaga G, Suárez R., Nova-Franco B. (2009): Trehalose metabolism: from osmoprotection to signaling, *International Journal of Molecular Sciences*, 10, str. 3793-3810.

Kirchmann H., Nyamangara J., Cohen Y. (2005): Recycling municipal wastes in the future: from organic to inorganic forms?, *Soil Use and Management*, 21, str. 152-159.

Liu S., Costanza R., Farber S., Troy A. (2010): Valuing ecosystem services: theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185, str. 54-78.

Lughadha E.N., Baillie J., Barthlott W., Brummit N.A., Cheek M.R., Farjon A., Govaerts R., Hardwick K.A., Hilton-Taylor C., Meagher T.R., Moat J., Mutke J., Paton A.J., Pleasants L.J., Savolainen V., Schatz G.E., Smith P., Turner I., Wyse-Jackson P., Crane P.R. (2005): Measuring the fate of plant diversity: towards a foundation for future monitoring and opportunities for urgent action, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360, str. 359-372.

May R.M. (2010): Ecological science and tomorrow's world, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, str. 41-47.

Mayr E. (1991): The ideological resistance to Darwin theory of natural selection, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 135, str. 123-139.

McGill B.J., Etienne R.S., Gray J.S., Alonso D., Anderson M.J., Benecha H.K., Dornelas M., Enquist B.J., Green J.L., He F., Hurlbert A.H., Magurran A.E., Marquet P.A., Maurer B.A., Ostling A., Soykan C.U., Ugland K.I., White E.P. (2007): Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework, *Ecology Letters*, 10, str. 995-1015.



Mesoudi A., Danielson P. (2008): Ethics, evolution and culture, *Theory in Biosciences*, 127, str. 229-240.

Paarlberg R. (2000): Genetically modified crops in developing countries – promise or peril?, *Environment*, 42, str. 19-27.

Purvis A., Hector A. (2000): Getting the measure of biodiversity, *Nature*, 405, str. 212-219.

Stobbelaar D.J., Kuiper J., van Mansvelt J.D., Kabourakis E. (2000): Landscape quality on organic farms in the Messara valley, Crete: organic farms as components in the landscape, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77, str. 79-93.

Swaminathan M.S. (2001): Biotechnology, genetic modification, organic farming and nutrition security, *Phytomorphology*, 51, str. 19-30.

Tilman D. (2000): Causes, consequences and ethics of biodiversity, *Nature*, 405, str. 208-211.

United Nations (1992) Convention on biological diversity. Dostupno na: <http://www.unep.ch/regionalseas/legal/cbd.htm>. Pristupljeno: 22.04.2010.

United Nations (1987) Our common future, Chapter 2: Towards sustainable development. U: Report of the World Commission on Environment and Development. Dostupno na: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>. Pristupljeno: 22.04.2010.

World Health Organization (2005) WHO Position on DDT use in disease vector control under the Stockholm convention on persistent organic pollutants. Dostupno na: http://www.chem.unep.ch/DDT/documents/WHO_positionDDT.pdf. Pristupljeno: 22.04.2010.

Yokoi Y. (2000): Effects of agricultural activities on the ecosystem, OECD str. 7, *Agriculture and the Ecosystem*, chapter 11 Paris (Report).

Autori / Authors

Dr. sc. Anita Slavica, doc.

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Pierottijeva 6

Antonija Trontel, dipl. ing.

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Pierottijeva 6