

Permakultura i voćarstvo

Sažetak

Permakultura je svjesno oblikovanje i održavanje poljoprivredno produktivnih ekosustava te zauzima svoje mjesto i značajna je u suvremenoj poljoprivredi i tranziciji prema samoodrživosti. Obzirom na poljoprivrednu proizvodnju, permakultura se trudi dati praktična rješenja u proizvodnji hrane koja su vezana uz ekološku održivost promjenom socijalno - ekonomske slike svijeta uz promjenu kulture, pristupa tehnologiji i promjenu ekonomije. Kroz načela permakulture dolazi do integracije ljudi i krajolika, koji na održivi način osiguravaju hranu, energiju, sklonište i ostale materijalne i nematerijalne potrebe. Posao voćara se uvelike mijenja ako preuzme permakulturni svjetonazor od načina tehnologije uzgoja do plasmana proizvoda na tržište gdje se pored voća plasiraju i različiti drugi proizvodi. Koristi ostvarene ovakvim sustavima gospodarenja ne mogu se mjeriti s onima ostvarenima intenzivnim načinom uzgoja.

Ključne riječi: agroekologija, permakultura, samoodrživost, tranzicija, voćarstvo,

Uvod

Zajednička poljoprivredna politika Europske unije prepoznala je ključnu ulogu poljoprivrednika u ublažavanju klimatskih promjena (European Commission, 2018.). Mnoge ideje koje se postavljaju kao ciljevi Europske unije, nalaze se u filozofiji permakulture, poput kružne ekonomije koja označava kruženje resursa sa stvaranjem minimalnog gubitka. Permakulturni svjetonazor može pružiti lakšu tranziciju u svijet koji teži samoodrživosti, aktualan je i u skladu sa političkim i ekonomskim kretanjima Europske unije. Temelj konvencionalne poljoprivrede je u logici ponude, potražnje i režima produktivnosti koja se odražava u visokim prinosima, porastu proizvodnje i intenzivnom ulaganju u sustav (Maye, 2016.). Tranzicija se odnosi na prelazak iz takvih sustava proizvodnje na one čija je proizvodnja ekološki održiva (Maye, 2016.). Kako bi se osigurala sigurnost hrane na održiv način potrebna je sistemska promjena koja se naziva "tranzicija u održivost" (Maye, 2016.). Permakultura se trudi dati praktična i ohrabrujuća rješenja u proizvodnji hrane (Holmgren, 2020.) koja su vezana uz ekološku održivost. Predlaže se promjena socijalno - ekonomske slike svijeta uz promjenu kulture, pristupa tehnologiji i promjenu ekonomije. Aktivističko djelovanje permakulturista uključuje promjene u ponašanju i načinu življenja kako bi se postigli ciljevi održive ljudske kulture (Holmgren, 2020.). Doprinos se može gledati i kroz prizmu političke i socijalne potpore tranziciji i u tom smislu permakultura dobiva sve više priznanja i u akademskim krugovima (Ferguson i Lovell, 2013.). Mollison i Holmgren (1981.) navode da je tradicionalna poljoprivreda radno intenzivna, konvencionalna poljoprivreda je energetska intenzivna, dok je permakulturna poljoprivreda informacijski intenzivna. Permakultura zahtjeva intelektualno shvaćanje suvremenih spoznaja ekologije i mnogih drugih znanosti, kao i sposobnost kreativnog rješavanja problema.

¹ doc. dr. sc. Kristina Batelja Lodeta, Alina Jantol, univ.bacc.ing.agr, doc. dr. sc. Branka Šakić Bobić, doc. dr. sc. Vesna Očić, Jelena Gadže, prof. dr. sc. Snježana Bolarić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

² doc. dr. sc. Josip Gugić, Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za studije mora, Ruđera Boškovića 37, 210000 Split, Hrvatska
Autor za korespondenciju: kbatelja@agr.hr

Poveznice s agroekologijom i pojava permakulturnog pokreta

Permakultura se povezuje s agroekologijom koja se razvila u drugoj polovici 20. stoljeća paralelno s pojavom ekološke poljoprivrede. Izraz agroekologija koristi se za promjenu (tranziciju) s tzv. industrijske poljoprivrede na održiva i ekološki prihvatljiva rješenja, a predstavlja znanstvenu disciplinu koja proučava ekološke funkcije, principe i procese u poljoprivrednom okolišu kako bi se stvorili održivi sustavi (Krebs i Bach, 2018.).

Primarni cilj permakulture jest održiva proizvodnja hrane i ostalih resursa potrebnih za život. Principi permakulture ne promoviraju zeleni konzumerizam, nego educiraju i impliciraju o ciklusima lokalne proizvodnje i potrošnje kako bi pojedinac našao što povoljnije i efikasnije mjesto u svojem kućanstvu, zajednici i ekosustavu (Holmgren, 2020.).

Razumijevanje permakulture može se olakšati proučavanjem njenih dvaju najvećih autoriteta - Joseph Russell Smith-a i Howarda Thomasa Odum-a. Smith u knjizi 'Tree Crops - A permanent agriculture' iz 1929. godine zagovarao je višegodišnje drvenaste kulture kao održivu alternativu jednogodišnjim usjevima. Detaljno je opisao pogodnosti višegodišnjih kultura u proizvodnji hrane te predložio selekciju i oplemenjivanje bilja koje se zanemarivalo pred uzgoja visoko energetskih žitarica. Odum je poznat po pionirskom radu na području ekologije ekosustava. Bio je aktualan 70-ih godina 20-og stoljeća, stvorio je okvir za sistemsku ekologiju stvarivši termodinamičku sliku ekoloških sustava koristeći se modelima strujnih krugova u objašnjavanju kruženja i pohrane energije (Ferguson i Lovell, 2013.). Odum pretpostavlja da su vrste u ekološkim sustavima zamjenjive komponente te da svaka u sustav donosi vlastitu potražnju za resursima i energijom kao i različite vlastite produkte u obliku biomase ili metabolita. Svaki element ima potencijal u stvaranju novih sustava sa različitim svojstvima. Svjesno slaganje takvih sustava teoretski bi moglo proizvoditi produkte i energiju u korist dizajnera (Ferguson i Lovell, 2013.). Ta postavka uvelike utječe na permakulturu te njene različite interpretacije nalazimo kroz permakulturnu literaturu.

Prije šezdesetih godina 20. stoljeća ekologija je kao grana biologije bila marginalizirana i nije se u velikoj mjeri istraživala kompleksnost odnosa prirodnih elemenata i njihove interakcije. Tada se javljaju pokreti za zaštitu okoliša inspirirani, među ostalima i ekologinjom Rachel Carson i njezinom knjigom 'Tiho proljeće' iz 1962. godine u kojima se upozorava na negativne posljedice ljudske aktivnosti, poput kemizacije okoliša insekticidima i ostalim pesticidima kao i njihov utjecaj na zdravlje ljudi.

Godine 1972. izdano je izvješće 'The Limits to Growth' koje uz analizu računalne simulacije stalnog rasta gospodarstva istražuje ograničenja sustava. Rezultati nisu bili optimistični i točka prijeloma u izvješću se projicira na 2072. godinu. Sve to potiče i promjene u američkim zakonima, 'The Clean Air Act' iz 1963. godine i 'The Clean Water Act' iz 1972. godine, kojima se reguliraju zagađenost atmosfere i voda. Time se povećala svijest građana o važnosti okoliša.

Permakultura se pojavila paralelno s drugim pokretima i disciplinama koje naglašavaju održivosti. Tijekom 1970-te i 1980-te agroekologija (Wezel i Soldat, 2009.), agrošumarstvo (Nair 1993.), ekološki dizajn (Todd, 2005.) i prikladna tehnologija-AT (Appropriate technology-Purcell, 1993.) pojavljuju se kao samostalni pokreti i discipline. Stariji pristupi, poput organskog uzgoja, doživjeli su brzi rast i široko prihvaćanje (Lockeretz, 2007.). Mnogi od ovih alternativnih okvira sada se približavaju glavnim tokovima, postupnim prikupljanjem znanstvenih dokaza, institucionalizacijom, ili kao u slučaju organske poljoprivrede certificiranjem i komercijalizacijom velikih razmjera (Ferguson i Lowell, 2013.).

Sredinom 1970-ih Bill Mollison i David Holmgren smislili su riječ permakultura (eng. 'grassroots movement'), a nadahnuće za razvoj permakulturnog koncepta pronašli su u radu J. R. Smitha. Mollison je 1978. godine osnovao Institut za permakulturu, te je uspostavio sustav naobrazbe u obliku tečaja za koji se nakon 72 sata i rada na permakulturnom dizajnu dobiva

certifikat (Scott, 2006.). Kurikulum tečaja permakulturnog dizajna (Permaculture Design Certificate -PDC) osmišljen je 1984. godine, ali je on po svojoj naravi promjenjiv i sklon različitim interpretacijama predavača te je polučio razna lokalna razumijevanja permakulture (Holmgren, 2020.).

Sljedećih tridesetak godina permakultura se razvija kao nezavisan pokret i udaljena je od znanstvene zajednice i sistemskog istraživanja njenih principa i utjecaja na okoliš (Ferguson i Lovell, 2013.). Do 2000.-tih godina veoma se malo spominje u znanstvenim radovima iako su se tijekom tih desetljeća razvile znanstvene discipline koje podržavaju permakulturne principe poput agroekologije, agrošumarstva, ekološkog postupanja prema otpadu i otpadnim vodama, i druge (Ferguson i Lovell, 2013.). Međunarodna permakulturna zajednica susreće se na Svjetskim permakulturnim konvergencijama i konferencijama ('International Permaculture Convergence' – IPC) gdje se utvrđuju dosadašnja postignuća, određuju smjernice razvoja i međusobno educira. Konvergencije su namijenjene umrežavanju i razmjeni iskustava između permakulturnjaka, a konferencije za susrete i razmjenu sa srodnim disciplinama i aktivistima (Motik i sur., 2014.).

Hrvatska ima aktivnu i razgranatu zajednicu unutar permakulturnog pokreta, u kojoj se PDC provodi od 1996. godine s prosjekom od pet tečajeva godišnje sa 80-ak certifikata (Motik i sur., 2014.). Godine 2005. Hrvatska je bila domaćin Svjetske permakulturne konvergencije u Motovunu na kojoj su sudjelovali i utemeljitelji permakulture Mollison i Holmgren. Najznačajniju ulogu za razvoj permakulturnog pokreta u Hrvatskoj imao je Europski permakulturni institut (2006. godine pretvoren je u 'Permakulturno vijeće za Europu') koji je vodio Tony Andersen, jedan od europskih veterana permakulture. Godine 2010. održana je prva Hrvatska konvergencija na recikliranom imanju Vukomerić u posjedu udruge ZMAG – Zelena mreža aktivističkih grupa (Motik i sur., 2014.). Imanje Vukomerić je razvijeno i još se razvija pod okriljem udruge ZMAG te je pokazni primjer permakulture u praksi i prostor održavanja PDC- a i raznih uz permakulturu vezanih tečajeva (Zeman, 2018.). Udruga ZMAG jedna je najaktivnijih na području permakulture u Hrvatskoj te je njihova aktivnost tijekom godina značajno doprinijela razvoju permakulture u Hrvatskoj uz brojne publikacije u kojima se opisuje permakultura kao odgovor na ekonomske, socijalne i okolišne probleme. Pioniri permakulture u Hrvatskoj su Karmela i Miroslava Kiš koji su među prvima provodili edukaciju u Hrvatskoj, a 2014. godine izdaju knjigu 'Permakultura' (Zeman, 2018.).

Permakulturni dizajn

Dizajn je središnji pojam u permakulturnoj literaturi i praksi (Ferguson i Lovell, 2013.), a riječ je o svjesnom procesu stvaranja ljudskih staništa u okolišu. Proces dizajniranja nije linearan, primjenjuje kontinuirana opažanja dizajnera te se koristi različitim analizama i metodama u svrhu izbjegavanja grešaka koje se javljaju u interakciji s kompleksnim sustavima (Krebs i Bach, 2018.). Mnogo pažnje se posvećuje specifičnosti terena i mikroklimatskim uvjetima, međusobnoj interakciji sustava i interakciji komponenata koje tvore te njihovoj prostornoj raspodjeli (Ferguson i Lovell, 2013.). To je organizacija elemenata kao hijerarhijski posloženih pokretača različitih funkcija unutar sustava (Krebs i Bach, 2018.). Dizajn se provjerava prema etičkim načelima permakulture, a kreira pomoću permakulturnim principima koji se kontinuirano razvijaju.

Etika permakulture zasniva se na tri načela: i) briga za Zemlju - gospodarenje tlom, šumama i vodom; ii) briga za ljude - osobna briga, briga za obitelj i širu zajednicu; iii) pravilna raspodjela resursa - ograničenje potrošnje i reprodukcije, podjela viška (Holmgren, 2020.).

Principi permakulturnog dizajna su alati koji pomažu u identificiranju, dizajniranju i razvijanju rješenja u sustavu (Holmgren, 2020.). Oni se ne ponašaju kao striktna pravila niti jasna uputstva nego smjernice po kojima se dizajn može ostvariti. Inzistira se da se ne koristi jedan

izolirani princip, niti par njih, nego se oni sagledavaju kao cjelina iz koje se svaki element mora uzeti u obzir.

Prvi princip promatranja i interakcije naglašava vrijednost odnosa i promatranja cjeline koji rezultiraju namjerom i intervencijom (Holmgren, 2020.). Interakcija mora biti smislena i dovoditi do stabilnosti i produktivnosti sustava koristeći se ljudskim sposobnostima, odmičući se od ovisnosti o neobnovljivim izvorima energije (Holmgren, 2020.).

Prikupljanje i pohrana energije je drugi princip dizajna. Očuvanje i kruženje energije u sustavu je princip i kružne ekonomije. Neki od glavnih izvora energije koji se koriste u dizajnu su sunce, vjetar i vodeni tokovi. U važne resurse se ubrajaju svi otpaci poljoprivrednih, industrijskih i komercijalnih aktivnosti (Holmgren, 2020.). Stvaranjem zaliha, u obliku energije i resursa, kao što su tla s velikim udjelom humusa, višegodišnji poljoprivredni sustavi i vodene rezerve omogućava se sustavima zadržavanje funkcija u slučaju ekstremnih pojava i ublažavanje njihovih posljedica kao i ekološka funkcija u izmjeni nutrijenata i povećanje bioraznolikosti (Krebs i Bach, 2018.).

Treći princip je stvoriti prinos. S obzirom na to da permakulturni dizajn može trajati dugi niz godina bitno je imati prinos svake godine (Holmgren, 2020.). Ako dizajniramo samo za budućnost sustav će se urušiti, jer će se za trenutne potrebe koristiti drugi resursi i izgubiti će se motivacija za dugoročnim održavanjem sustava koji će biti stabilan tek u budućnosti (Holmgren, 2020.). Uspostavljanje zaokruženog permakulturnog sustava traje minimalno deset godina. Ovaj princip poziva i na šire shvaćanje prinosa, ne samo kao ekonomskog, već uvažavanje ekoloških i socijalnih doprinosa (Krebs i Bach, 2018.). Permakulturni ideal su samoodrživi sustavi koji imaju sposobnost samoregulacije.

Četvrti princip zasniva se na korištenju samoregulacije zahvaljujući povratnom odgovoru iz okoline i ukupnom ekosustavu koji šalje pozitivni ili negativni signal nakon intervencije (Holmgren, 2020.). Pozitivni efekti interakcije generiraju povećanje u obliku rasta i akumulacije energije. Ako se negativni efekt percipira na vrijeme, te se ispravi ili ukloni, on tada neće nanijeti štetu sustavu. U permakulturi prioritet za uzgoj imaju biljke i životinje koje imaju veću otpornost na bolesti i nametnike u odnosu na sorte i pasmine koje daju najviše prinosa (Holmgren, 2020.).

Peti princip je korištenje i uvažavanje obnovljivih resursa i usluga. Primjer je korištenje bilja i njegovih ostataka u svrhu: proizvodnje energije, kao građevinski materijal, za povećanje kvalitete tla. Dok su primjeri korištenja životinja: pastirski psi, životinjski pogon u kultivaciji tla, perad za kontrolu štetnika i slično (Krebs i Bach, 2018.). Mineralna gnojiva na suvremenim farmama predstavljaju 40-68% zahtjeva za energijom a zamjenjiva su s obnovljivim resursima stajskog gnoja (Krebs i Bach, 2018.). Mikorizne gljive prisutne su u većem broju kod primjene organskih gnojiva koji utječe i na povećavanje unosa nutrijenata i vode od strane biljke te se time povećava rast i prinos što je od osobitog značaja u sušnim razdobljima (Krebs i Bach, 2018.).

Šesti princip: otpad se ne proizvodi. Opće je prihvaćena postavka da se manji pritisak na okoliš stvara ako kreativno i uzastopno recikliramo otpad. Mollison i Holmgren (1981.) navode da je zagađivač ona tvar koju nijedan sustav ne koristi produktivno. U dizajnu se slažu sustavi tako da međusobno koriste produkte koji nisu korisni u svojim izvorištima (Holmgren, 2020.). Zasebna proizvodnja biljnih i animalnih proizvoda uzrokuje povećanu potrošnju mineralnih gnojiva kod biljne proizvodnje, a gnojivo predstavlja otpad kod animalne proizvodnje koji uzrokuje emisije stakleničkih plinova u atmosferi. Integracija biljnih i animalnih sustava rješava oba problema ako se radi o proizvodnji na jednom mjestu.

Sedmi princip proizlazi iz dizajna od uzoraka do detalja. Ovaj princip se u znanstvenoj literaturi može naći pod pojmom 'mimikrija prirodnih ekosustava'. Uočeni obrasci u prirodi čine okolicu permakulturnog dizajna, a detalji se popunjavaju tijekom vremena (McManus, 2010.).

Najčešći ekosustavi koji se koriste kao obrasci za poljoprivredne sustave su prirodni travnjaci, šume i tropske kišne šume. Uspješni primjeri mogu se naći u tradicionalnim poljoprivrednim sustavima diljem svijeta (Krebs i Bach, 2018.).

Integrirajte radije nego da odijelite, osmi je princip permakulturnog dizajna. Veze među elementima su jednako važne kao i sami elementi. Razumijevanje tih veza i puteva prelaska potrebno je kako bi se napravio funkcionalan dizajn (Holmgren, 2020.). U tom principu se nalazi ideja preslikavanja poljoprivredne proizvodnje pomoću šumskog sustava. On se tijekom godina pokazao zahtjevniji nego što se u početku smatralo, ali je inspirirao i predstavio mnoge nove ideje poput agrošumarstva i analognog šumarstva (Holmgren, 2020.). Dvije su tvrdnje učestale u permakulturnoj literaturi koje se tiču ovog principa: svaki element izvršava više funkcija i svaka važna funkcija podržana je s više elemenata (Holmgren, 2020.).

Deveti princip naglašava važnost korištenja malih i sporih rješenja. Navedeno se može objasniti pomoću primjene organskih gnojiva koja sporije otpuštaju hranjive tvari, no ona su biljkama dostupna kroz duža razdoblja u stabilnijim omjerima nego što to pružaju mineralna gnojiva (Holmgren, 2020.). Ovaj princip se zasniva na oponašanju stanične organizacije. Funkcije svih elemenata stanice na najmanjoj razini su efikasne za rad stanice, a sve kompleksne funkcije proizlaze iz replikacije i diverzifikacije tog sustava (Krebs i Bach, 2018.). Manja gospodarstva veličine 1-2 ha kultiviraju 12% poljoprivrednog zemljišta, dok još manja gospodarstva veličine manje od 1 ha 72%, no upravo ona su zaslužna za najveći udio u prehranivanju globalnog stanovništva (Krebs i Bach, 2018.).

Deseti princip je korištenje i vrijednost raznolikosti. Uvođenjem raznolikosti vrsta i funkcija može se postići ravnoteža i otpornost sustava (Holmgren, 2020.). Društvo ukorijenjeno u monokulturi je ranjivo na neočekivane promjene. Korištenjem znanja prikupljenog kroz tradiciju i agroekologiju namjerno se implementira funkcionalna bioraznolikost na prostornoj i vremenskoj razini.

Jedanaesti princip je korištenje rubova i vrijednost marginalnog. Prepoznavanje rubnih sustava kao najaktivnijih područja pomaže u integraciji elemenata (Holmgren, 2020.). Rubni prostori imaju uz sebe vezanu floru i faunu koja može biti korisna i štetna (Krebs i Bach, 2018.).

Dvanaesti princip tiče se kreativnog korištenja promjena koje se odvijaju u sustavu. Kako postoji mnogo prepreka u proučavanju i razumijevanju kompleksnih sistema, potrebno je u njihovom gospodarenju donositi odluke sa određenim rizikom. Tako je moguće stvoriti ubrzanu sukcesiju, koristeći drvenaste, brzorastuće fiksatore dušika koji se s vremenom iskoriste za ogrjev, a njihovo mjesto tada mogu zauzeti druge vrste (Holmgren, 2020.).

Permakulturni svjetonazor i voćarstvo

Većina suvremenih voćnjaka je monokulturna što uzrokuje brzi i jaki razvoj štetnika (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Jedini interes u ovakvim sustavima je dobiti najveći profit na tržištu. Manji proizvođači preuzeli su takav model proizvodnje u svojim voćnjacima.

Posao voćara se uvelike mijenja ako preuzme permakulturni svjetonazor te se usredotoči na lokalno tržište gdje pored voća na tržište plasira i druge različite proizvode. Pri tome se ne misli samo na različite sorte neke voćne vrste, već i druge vrste voća, ljekovitog i aromatičnog bilja, meso peradi i malih preživača. Neki od tržišnih modela dovode potrošača direktno na mjesto proizvodnje gdje potrošač obavlja berbu. Permakulturni model smanjuje udio rada i troškove prijevoza. Potrošači su u najvećem dijelu slučaja osviješteni u pogledu očuvanja okoliša te oni zajednički doživljavaju voćnjak ne kao tvornicu hrane nego okoliš koji ih hrani. Upravo je takva bila vizija Mollisona i Holmgrena 1972. godine te se ona kod nekih poljoprivrednih proizvođača pretvorila u stvarnost. Najpoznatiji primjeri su farma Stefana Sobkoviaka i Michaela Philipsa koji su svjetski poznati pioniri na polju permakulture i holističkih metoda upravljanja voćnjacima.

Agroekološki uvjeti, agrotehnika i pomotehnika u permakulturnom voćnjaku

Tlo zauzima mjesto u prvom etičkom načelu permakulture, koja nastoji holistički razumjeti tlo. U permakulturi se nastoji održavati život na svim razinama od jednostaničnih organizama, preko insekata do stabala. Oranje ne dozvoljava razvitak velikog broja organizama koji se prirodno nalaze u tlu i time se narušava prvo etičko načelo permakulture. Treba naglasiti kako permakultura ne zabranjuje ništa, ona nije doktrina koja ima striktna pravila te ako je voćar (permakulturni dizajner) uvidio potrebu za oranjem kako bi ostvario više života unutar tla on to svakako čini. Primarno je održati zdravlje tla. Zdravo tlo karakteriziraju veliki i razgranati hranidbeni lanci. Uz populacije gljivica i bakterija stabilna hranidbena mreža tla sadrži raznovrsne protozoe i nematode (Phillips, 2011.). Aplikacija pesticida također narušava život organizama u tlu, korisni organizmi su lateralne žrtve u borbi protiv par rodova i vrsta koji štete poljoprivrednim kulturama.

Tlo se može pripremiti prije sadnje kako bi se dobila povoljna struktura i sastav. Crvena djetelina kao zeleno gnojivo ima veći afinitet prema mikoriznim gljivama od bijele djeteline. Roškasta smiljkita je dobra za tla gdje crvena djetelina ne uspijeva. Dobra predkultura je zob koja se kosi prije zrenja. Važno je naglasiti kako se otkos ostavlja preko zime direktno na tlu kako bi se potaknuo razvoj korisnih gljiva (Phillips, 2011.).

Permakulturna praksa zaslužna je za povećanje sadržaja organskog ugljika u tlu te omogućuje veću sekvestraciju ugljika od konvencionalnog uzgoja (Tombeur i sur., 2018.). Povećanjem unosa komposta i životinjskog gnojiva povećava se količina biodostupnog kalcija, magnezija, kalija i fosfora (Tombeur i sur., 2018.). Povećanim unošenjem organske tvari poboljšava se kvaliteta strukturnih agregata u tlu i povećava se otpornost tla na fizički stres (Tombeur i sur., 2018.).

Različite metode malčiranja ispitane su i procijenjene na temelju količine dostupnog dušika u tlu i količini izvora nutrijenata koje pruža pojedina metoda. Zeleni kompost u kombinaciji s izvorima nutrijenata s niskim odnosom ugljika i dušika (C:N) povećava aktivnost mikroorganizama u tlu i time imobilizira dušik u tlu (Choi i Rom, 2010.). Visok C:N odnos u drvenim strugotinama u kombinaciji s malim količinama malča pokošene trave potiče mineralizaciju dušika u tlu što daje zadovoljavajuće rezultate u rastu tretiranih biljaka (Choi i Rom, 2010.). Malč koji pruža najbolju prehranu saprofitskim gljivama sastoji se od tankih grančica manjih od sedam centimetara u promjeru. Takve grančice sadrže dosta kambija u kojem se nalaze mineralna hranjiva i lignin je u stadiju razvoja u kojem ga gljive lakše razgrađuju. C:N odnos takvog malča je u rasponu od 30:1 do 170:1 i razlikuje se od malča većeg granja u kojem se taj odnos dramatično povećava na 400:1 i više zbog kojeg se stvara dinamika tla u kojoj dušik nije dostupan biljkama kao hranjivo (Phillips, 2011.).

Dubina tla je važna u svakom voćnjaku. Do podzemnih voda bi trebala postojati dubina od 120 cm kako bi tlo bilo pogodno za korijenje voćaka, a idealna dubina iznosi 180 cm (Asselin i Sobkowiak, 2014.). U slučaju manje dubine mogu se provesti zahvati kojima se doprema tlo između redova (Asselin i Sobkowiak, 2014.) ili stvaranjem tzv. 'Hugelkulture' oko stabla koja nanošenjem organskog materijala na određeni način povećava prostor za zakorijenjavanje (Phillips, 2011.).

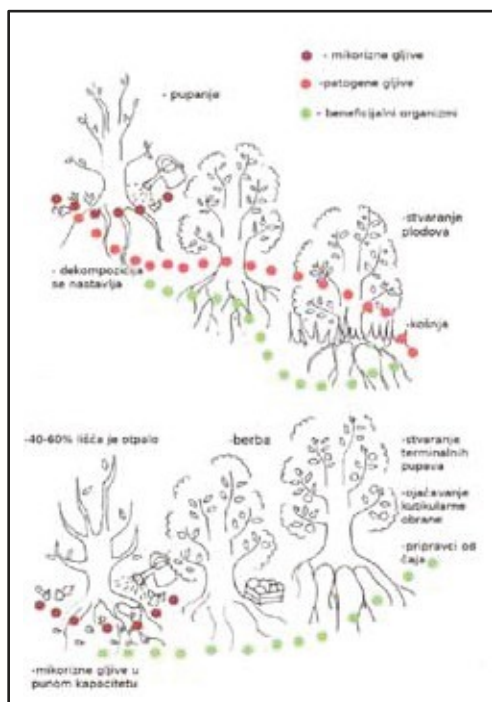
Kompozicija flore reagira na dominaciju gljiva u tlu (Phillips, 2011.). Omjer bakterija i gljiva mijenja se sa sukcesijom bilja iz zeljastih u drvenaste, što daje hranu gljivama i njihov broj se povećava. Zdravlje ekosustava voćnjaka je u direktnoj korelaciji s omjerom gljivica i bakterija koji u ekosustavima ruba šume iznosi 10:1. To je omjer koji se nastoji održavati u zdravom voćnjaku (Phillips, 2011.). Razvijena mreža mikorize osigurava ravnomjernu i uravnoteženu prehranu voćkama. U zamjenu za šećere, gljive opskrbljuju voćke s hranjivima (poput fosfora, dušika), vodom i mineralima u tragovima (Phillips, 2011.). Neki metaboliti gljiva potiču rast korijenja i grananje, drugi djeluju kao antibiotici i stvaraju zaštitu korijenu od patogenih orga-

nizama (Phillips, 2011.).

Saprofitske gljive koje se nalaze u najgornjim slojevima tla te pretvaraju organski materijal u fungalnu biomasu i stvaraju organske kiseline. One se hrane strukturama poput celuloze i lignina (Phillips, 2011.). Manje poznata skupina su arborealne gljive koje se nalaze na površini lista i unutar debla drveća. One su konkurentne sa patogenim organizmima (Phillips, 2011.).

Pri sadnji poželjno je inokulirati u tlo mikorizne gljive, no osim inokulanata koji se nalaze na tržištu može se koristiti i tlo iz lokalnih šuma. Uzima se površinski sloj iz područja rizosfere divlje biljne (voćne) vrste koja je srodna onoj koju sadimo. Mikorizne gljive brzo umiru ako ne naiđu na korijen koji je podložan mutualizmu s njihovom vrstom te je bitno takvu transplantaciju obaviti što prije (Phillips, 2011.).

Život mikoriznih gljiva u potpunosti je vezan uz korijenje drveća i na toj spoznaji se može tempirati interakcija voćara kako bi pospešio život tih korisnih organizama (Slika 1.).



Slika 1. Zaštita voćaka je u skladu sa životnim ciklusima organizama.

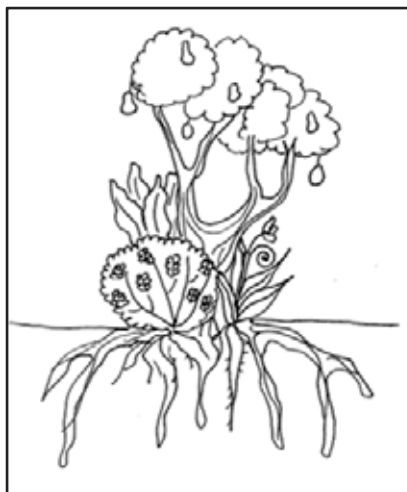
Figure 1. The protection of fruit trees is in accordance with the life cycles of organisms.
(Izvor/Source: Jantol, 2019.)

Efektivni mikrobi su kultura korisnih organizama koji se najčešće sastoje od bakterija mliječne kiseline i fotosintetskih bakterija i kvasaca. Bakterije mliječne kiseline imaju metabolite koji djeluju kao sterilizator dok fotosintetske bakterije izlučuju hranjiva koja su dopuna hranjivima drveta. Kvasci sintetiziraju supstance koje potpomažu diobu stanica. One osim drveća potpomažu i ostale mikroorganizme poput aktinomiceta koje prirodno žive u tlu (Phillips, 2011.).

Zdrave voćke proizvode fitoaleksine (izoflavonoidi i terpenški spojevi) koji stimuliraju imunološke reakcije i sprječavaju invazije patogenih organizama. Stres koji proživljavaju biljke, pretjerano korištenje agrokemikalija i klimatogeni čimbenici negativno utječu na ovaj meha-

nizam. Stabilna ishrana voćaka potpomognuta masnim kiselinama i uravnoteženom ishranom koju drveće dobiva iz mikoriznih i saprofitskih gljiva održavaju zdravi imunološki odgovor biljaka na napade patogena (Phillips, 2011.). Kutikularna obrana lišća može oslabiti zbog enzima koje ispuštaju patogene gljive, no da se to spriječi upotrebljavaju se čajni pripravci od koprive i preslice kojima se povećava koncentracija silicijevog dioksida (Phillips, 2011.). Zaštita od štetnika se može obavljati pomoću lovki, repelenata, fizičkih prepreka i puštanjem bioloških neprijatelja od mikroorganizama do kokoši (Phillips, 2011.). Potpuna regulacija štetnika sa sobom odnosi velike populacije korisnih organizama. Procjena koliko štete je prihvatljivo za stabilnu proizvodnju je izuzetno bitna kako ne bi došlo do pretjerivanja u zaštiti voćnjaka (Phillips, 2011.). Raznovrsnost u permakulturi služi kao zamjena za intervenciju (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Svaka odabrana vrsta ima ulogu u ekosustavu voćnjaka. Neke vrste služe kao hrana ljudima i/ili divljim životinjama, kao lijekovi, neke više asociiraju sa mikorizama, neke imaju funkciju fiksacije dušika. Funkcije se protežu i na staništa za druge organizme, sakupljače određenih hranjiva, neke su izvor vlakana ili su energenti ili zaštita od vjetrova. U dizajnu se promišlja o funkcijama koje su potrebne i vrstama koje mogu ispunjavati te funkcije. Osim funkcija koriste se razne niše i prostori te svaka vrsta zauzima svoje mjesto (Phillips, 2011.).

Ukoliko u dizajnu odaberemo vrste i sorte u mješovitim skupinama stvaramo voćnjak u kojemu se sprječava i/ili smanjuje širenje tipičnih štetnika i bolesti (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Organizacija se može olakšati ukoliko se koristi funkcionalni trojac u obliku dva različita voćna stabla među kojima je zasađeno stablo koje fiksira dušik (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Zajednice biljaka koje mogu međusobno reciklirati hranjiva, otporne su na bolesti i odbijaju štetnike dok stvaraju povoljno stanište korisnim organizmima nazivaju se gilde (Slika 2.). Primjer iz Permakulturnog instituta "Central Rocky Mountain" tako uključuje azijsku krušku, gavez, hren i grm sibirskog graška te predstavlja samoodrživi sustav koji ne treba dodatna hranjiva (Phillips, 2011.). Ljekovito i aromatično bilje poput timijana, mažurana i lavande akumulira na sebe mikorizne gljive dok menta i vlasac štite od nekih gljivičnih oboljenja poput kovrčanja lista jabuke (Phillips, 2011.). Sadnjom gmlja oko drveća se, osim povećanja prinosa, može povećati zaštita od sunca za deblo voćke u zimskim mjesecima (Asselin i Sobkowiak, 2014.).



Slika 2. Gilde-zajednice biljaka koje se međusobno podržavaju.

Figure 2. Guilds-communities of mutually supportive plants.

(Izvor/Source: Jantol, 2019.)

Ptice su koristan saveznik u vrtu, jer kontroliraju populacije štetnih insekata i doprinose plodnosti tla. Njih je moguće privući postavljanjem kućica za ptice koje po mogućnosti imaju otvore različitih veličina kako bi se privukle razne vrste ptica (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Osim ptica, kućice mogu nastanjivati drugi organizmi poput osa, ili ukoliko ih napunimo vunastim materijalom mogu dobro poslužiti za nastanjenje bumbara. Nakon postavljanja kućica, maksimalna nastanjenost pticama je oko 50 %. Jedan od načina kojima se može povećati učinak ptica kao kontrole insekata u voćnjaku je pomicanjem hranilice. Na taj način ptica se koncentrira na potragu i pronalazi više insekata (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Kako bi se doskočilo bolestima potrebno je biti upoznat s njihovim ciklusima i pojedinačno prepoznavati najveće prijetnje (Phillips, 2011.). Folijarni sprejevi poput ulja nima, nepasterizirane tekuće ribe i kompleksa korisnih mikroba služe za ishranu korisnih mikroorganizama i stimulaciju imunološke reakcije voćke (Phillips, 2011.). Veoma je bitno vrijeme aplikacije takvih sredstava s obzirom da stanice u listu imaju svoj dnevni ciklus i stanična izmjena tvari nije aktivna tijekom sredine dana. Tako se tekuća riba i nimovo ulje apliciraju ujutro ili navečer, a sprejevi koji zahtijevaju brzo sušenje poput kaolinske gline se apliciraju sredinom dana. Aplikaciju takvih sprejeva poboljšava lagani vjetar (Phillips, 2011.). Masna ulja iz ribljeg spreja i ulja nima hrane mikroorganizme koji koloniziraju lisnu površinu. Dodatkom spreja koji sadrži korisne mikroorganizme osigurava se povoljna populacija u krošnji (Phillips, 2011.). Nimovo ulje ima komponente koje remete razvojne cikluse insekata i time smanjuju populacije štetnika (Phillips, 2011.). Sirutka se također koristi kao folijarni sprej jer kalcij iz sirutke inhibira klijavost neželjenih gljivičnih spora na listovima (Phillips, 2011.). Sirutka je lako dostupna, jer je nusprodukt proizvodnje sira te se može koristiti bilo koji tip dostupan proizvođaču (Sobkowiak, 2015.).

Pravilan odabir sorti i vrsta oslanja se na klimatske zone. Za višegodišnju biljku je bitno poznavanje optimalnih uvjeta. Također mora se poznavati fitoklima i mikroklima područja koja se može uvelike razlikovati od šire klime područja. U permakulturi se predlaže razdoblje promatranja i bilježenja atmosferskih i edafskih čimbenika i ostalih opažanja barem godinu dana prije prve intervencije u okoliš (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Vrijeme cvatnje je bitan faktor kod odabira voćke. Treba se obratiti pažnja na to koje je voće stranooplodno ili autosterilno te naći prigodne sorte za oplodnju, a drugi razlog su kasni mrazovi koji ukoliko se pojave za vrijeme cvatnje mogu uništiti sav prinos (Phillips, 2011.). Klima određuje i moguće vrijeme vernalizacije te moramo odabrati sorte kojima odgovaraju uvjeti s kojim se raspolaže (Phillips, 2011.). Također se mora obratiti pažnja na vrijeme zrenja i uvjete koji su potrebni kako bi se ono omogućilo (Phillips, 2011.).

Kako bi mlada voćka imala sve potrebno za početni rast poželjno je na površinu staviti kompost kao izvor hranjiva i poticaj biološke aktivnosti tla, glinu kako bi imala potrebne minerale, kartonski malč kao izvor ugljika i za smanjivanje okolne kompeticije kao i drvenasti malč od grančica.

Veliki utjecaj na plodnost voćaka i na utrošak rada u voćnjaku je treniranje grana. Pozicija grane koje je ispod horizontalne linije potiče hormonalnu sliku voćke na proizvodnju plodova a ne na dodatno grananje te se tako smanjuje potreba za orezivanjem (Asselin i Sobkowiak, 2014.).

Preporučena metoda orezivanja u permakulturnom voćnjaku koncipirana je u tri faze:

1.) Prvo se orezuje takozvani 'dimnjak' koji označava područje oko debla voćke u kojemu se miču svi izbojci osim glavnih grana.

2.) Druga faza je odabir 12 do 13 glavnih grana kod kojih nisu poželjne one grane koje se nalaze ispod 120 centimetara, grane koje su po promjeru veće od 50 % promjera debla te grane koje rastu direktno po liniji reda ili su okomite na red ili idu preko prolaza.

3.) Treća faza obuhvaća uređenje glavnih grana na kojima se želi postići grananje na krajevi-

ma i režu se izbojci koji rastu na donjem području grane (Asselin i Sobkowiak, 2014.).

Jedna od problematike polikulture je berba koja se može riješiti pametnim dizajnom. Sobkowiak (2015.) je u svom voćnjaku uspješno razvio 'grocery lain' metodu, gdje se sade redove voćaka i ostalog bilja po vremenu dozrijevanja ploda te se unutar reda odvija berba u jednom proходу bez obzira koliko raznih vrsta i kultivara se nalazilo unutar reda.

Osim glavne berbe unutar voćnjaka postoji berba povrća i berba začinskog, aromatičnog i/ili ljekovitog bilja (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Kako bi se poštovalo permakulturno etičko načelo raspodjele prinosa, 5-10 % prinosa ostavlja se u voćnjaku (Asselin i Sobkowiak, 2014.). Tako se ostavlja prostor za prirodnu ekspresiju koja može ići u korist voćnjaku, poput prirodne sadnje grmlja koju ptice više vole jesti od glavnog usjeva (Asselin i Sobkowiak, 2014.).

Zaključak

Da bi permakultura bila zanimljiva ne trebaju joj crna predviđanja budućnosti i titula rješena globalnih problema. Permakultura je svjetonazor dostupan svima, a bavljenje permakulturnim dizajnom i poljoprivredom stavlja mnoge izazove pred dizajnera. Prihod ovakvih sustava ne može se mjeriti s onim ostvarenim u intenzivnim modernim voćnjacima.

S obzirom na dugi period uspostave voćar mora veoma dobro isplanirati svoja ulaganja kako bi mogao uspješno živjeti i raditi prema permakulturnim principima. Mnogo od tih zamjerki nadomještavaju se sa smanjenim ulaganjima, energetski reduciranim pristupu u svakodnevnom životu i vremenu koje se može iskoristiti za dodatne izvore zarade.

Napomena

Rad je nastao iz Završnog rada 'Permakultura i voćarstvo' Aline Jantol na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskog fakulteta.

Literatura

- Asselin O., Sobkowiak S. (2014) The Permaculture Orchard: Beyond Organic, Possible Media, DVD.
- Choi, H.S., Rom C.R. (2010) Estimated nitrogen use efficiency, surplus, and partitioning in young apple trees grown in varied organic production systems. *Scientia Horticulturae* 129 (4) 674-679. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.11.019>
- European Commission (2018) The new LIFE programme: investing more in environment and climate action-<https://ec.europa.eu/commission/publications/natural-resources-and-environment>
- Ferguson, R. S., Lovell S. T. (2013) Permaculture for agroecology: design, practice, movement, and worldview, INRA and Springer-Verlag France.
- Holmgren, D. (2020) Essence of Permaculture Revised edition. https://files.holmgren.com.au/downloads/Essence_of_Pc_EN.pdf?_ga=2.166463230.1189873365.1603706945-421649703.1599042381
- Jantol A. (2019) *Permakultura i voćarstvo*. Završni rad, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
- Krebs J., Bach S., (2018) Permaculture—Scientific Evidence of Principles for the Agroecological Design of Farming Systems. *Sustainability* 10(9), 3218; <https://doi.org/10.3390/su10093218>
- Lockeretz W. (2007) Organic Farming: An International History. Tufts University, Massachusetts, USA.
- Maye, D. (2016) Examining Innovation for Sustainability from the Bottom Up: An Analysis of the Permaculture Community in England. *Sociologia Ruralis*, 58 (2), 331-350. doi: 10.1111/soru.12141
- McManus, B. (2010) An integral framework for permaculture. *Journal of Sustainable Development*, 3(3), 162-174.
- Mollison B., Holmgren D, (1981) Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements, International Tree Crop Institute USA .
- Molnar T.J., Kahn P.C., Ford T.M., Funk C.J., Funk C.R., (2013) Tree crops, a permanent agriculture: Concepts from the past for a sustainable future. *Resources*, 2(4), 457-488; <https://doi.org/10.3390/resources2040457>.
- Motik B., Rodik D., Šimleša D., Dragičević G., Kardum I., Šišak M., Maljković N., Pocrnić S., Paro Vidolin S., Pešak S. (2014) *Permakulturni dizajn – Priručnik uz tečaj*. Zelena mreža aktivističkih grupa (ZMAG).
- Nair, P.K.R. (1993) An Introduction to Agroforestry. Published by Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Phillips M. (2011) The Holistic Orchard, Tree Fruits and Berries the Biological Way, Chelsea Green Publishing, 2012.
- Pursell, C. (1993) The rise and fall of the appropriate technology movement in the united states, 1965-1985. *Technology and Culture*, Vol. 34, (3) 629-637.
- Scott R. (2006) A Critical Review of Permaculture in the United States, Educational Policy Studies University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Sobkowiak S. (2015) The Permaculture Orchard: Beyond Organic, Stefan Sobkowiak answers questions from people like you, Compiled by Hugo Deslippe.
- Tood, N.J. (2005) A Safe and Sustainable World: The Promise Of Ecological Design, Island Press.

Tombeur F., Sohy V., Chenu C., Colinet G., Cornelis J.T. (2018) Effects of Permaculture Practices on Soil Physicochemical Properties and Organic Matter Distribution in Aggregates: A Case Study of the Bec-Hellouin Farm (France). *Front. Environ. Sci.* 6:116. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00116>

Wezel, A., Soldat V. (2009) A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(1), 3-18, doi: 10.3763/ijas.2009.0400 0.3389/fenvs.2018.00116

Zeman M. (2018). *Permakulturna gospodarstva u Hrvatskoj*. Diplomski rad, Rijeka, Sveučilište u Rijeci Filozofski fakultet.

Prispjelo/Received: 26.10.2020.

Prihvaćeno/Accepted: 17.11.2020.

Reviewpaper

Permaculture and fruit growing

Abstract

Permaculture is the conscious design and maintenance of agriculturally productive ecosystems. It takes its place and is significant in modern agriculture and in the transition to self-sustainability. With regards to agricultural production, permaculture strives to provide practical solutions in food production that are related to environmental sustainability by changing the socio - economic picture of the world. It acts by changes in culture, access to technologies and changes in the economy.

Through the principles of permaculture, there is an integration of people and landscapes, which is a sustainable way that provides food, energy, shelter, and other tangible and intangible needs. The job of a fruit grower changes greatly if he takes a permaculture worldview from the mode of cultivation technology to the arrival of the product on the market where in addition to fruit it comes with different products. The benefits achieved by such systems cannot be measured with those achieved by intensive modern orchards.

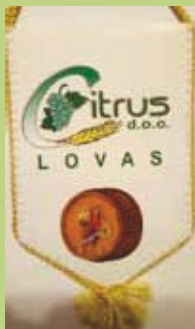
Keywords: agroecology, fruit growing, permaculture, sustainability, transition

Citrus d.o.o. Lovas

СГЕΘ | Bžšđ š zEDŭGGŶĂ EŽ|Ă †6†6ÓŽĚŠŶĂ

ăĜŭš |Ăŵ CšđZE ĚŽŽ šnj ^đšŭĜŵĂ >Ž|ĂE

HdĂŵŽ ŐĚŭĜ EĜ †ĜĜŪŽ aššš Ă ŭĂŪŽ ŶĜ predaje



^^ <dĂŶŭeĜšđĂ †ç †††jj >Ž|ĂE
dĜŭlĂđž 6†† 6†6 †6Ě Džđ 6eΘ †nc 6x6
E†ŵĂšŭ ĐšđZEĚŽŽŶĜšđĂ