

**CENTAR ZA USAVRŠAVANJE POLJOPRIVREDNIH SAVETODAVACA I
ZAPOSLENIH U PSS APV
UNIVERZITET EDUKONS U SREMSKOJ KAMENICI
Fakultet ekološke poljoprivrede**

**dr Mirjana Bojović, vanredni profesor
dr Vesna Vasić, docent
dr Zorica Mrkonjić, docent**

**AKTUELNE MERE I POSTUPCI U
POLJOPRIVREDI U FUNKCIJI ODRŽIVOSTI
PROIZVODNOG SISTEMA**

Sremska Kamenica, septembar 2024. godine

Predgovor

Poštovane kolegice i kolege, savetodavci, poljoprivredni proizvođači, poštovaoci plemenite delatnosti proizvodnje hrane i prijatelji prirode, svesni brojnih izazova sa kojima se savremena poljoprivreda suočava, nalazimo se na zajedničkom zadatku: podizanju nivoa ekonomske i ekološke održivosti poljoprivrede i obezbeđenju dovoljnih količina, zdravstveno bezbedne, hrane za brzo rastuću ljudsku populaciju. U kontekstu izraženih klimatskih promena, smanjenja prirodnih resursa i drugih, limitirajućih pojava u ekosistemu, savremene metode u poljoprivredi postaju ključne za postizanje održivosti i ekološke prihvatljivosti proizvodnje. Ove metode ne samo da optimizuju prinos i kvalitet proizvoda, već i minimizuju negativan uticaj na životnu sredinu.

Savremena biljna poljoprivreda integriše tehnologiju, naučna istraživanja i tradiciju kako bi se stvorili održivi sistemi koji podržavaju biodiverzitet, poboljšavaju kvalitet zemljišta i smanjuju upotrebu hemijskih sredstava za ishranu i zaštitu biljaka. Od precizne poljoprivrede i hidroponike do agroekoloških praksi i agrošumarstva, širok spektar pristupa omogućava poljoprivrednicima da se prilagode promenama i unaprede efikasnost svojih operacija. U procesu transformacije standardnih poljoprivrednih sistema i definisanju novih, od važnosti je da sve relevantne, obrazovne i stručne, institucije i svi akteri, direktno ili indirektno uključeni u poljoprivrednu teoriju i praksu, daju svoj doprinos širenju znanja i pruže podršku primarnim proizvođačima u implementaciji savremenih tehnika i metoda u praksi. Zajednički i opšti cilj je postizanje celovitih i dugoročno održivih rezultati, u segmentu održive poljoprivrede i održivog razvoja društva.

Razumevanje uzročno posledičnih veza sveukupnih, savremenih, proizvodnih i životnih navika i pojava u prirodi, sa druge strane je osnova za usklađivanje dinamike razvoja i napretka društva sa potrebama naše planete i budućih generacija, sa tendencijom očuvanja i ponovnog uspostavljanja, narušene, ekološke ravnoteže.

Cilj priređivanja ovog priručnika jeste doprinos širenju znanja i činjenica o aktuelnim pojavama u ekosistemu, koje bitno menjaju okolnosti u kojima se odvija poljoprivredna proizvodnja i savremenim metodama koje se, u njoj, primenjuju, na globalnom nivou, u cilju očuvanja životne sredine, povećanja otpornosti useva, smanjenja zagađenja, očuvanju biodiverziteta i dobijanja zdravstveno bezbednih proizvoda iz poljoprivrede. Istovremeno, očekujemo da priručnik podstakne interesovanje čitalaca za pojedine segmente i bude osnova za kreiranje novih sadržaja i formi transfera znanja i informacija.

*Centar za usavršavanje poljoprivrednih savetodavaca i zaposlenih u PSS APV
Univerzitet Edukons u Sremskoj Kamenici*

I Agrošumarstvo – stanje i potencijali u Republici Srbiji

dr Mirjana Bojović, vanredni profesor

Sažetak: *Agrošumarstvo u Srbiji, kao održiv način upravljanja zemljištem, ima značajan potencijal, ali trenutno nije dovoljno razvijeno i prepoznato u praksi. Iako 31.4% teritorije Srbije čini poljoprivredno zemljište, a 32.2% šume, integracija poljoprivrede i šumarstva je još uvek u ranoj fazi razvoja. Postojeći agrošumarski sistemi uglavnom su tradicionalni i neformalno razvijeni, poput pašnjaka u šumama ili voćnjaka u kombinaciji sa drvenastim biljkama. Potencijal za unapređenje ovih sistema je veliki, naročito u kontekstu zaštite biodiverziteta, smanjenja emisije ugljen-dioksida, poboljšanja kvaliteta zemljišta i povećanja otpornosti ekosistema na klimatske promene. Međutim, da bi se ovaj potencijal ostvario, neophodno je unaprediti zakonski okvir, podići svest među poljoprivrednicima i šumarima i obezbediti odgovarajuće ekonomske podsticaje i tehničku podršku.*

Ključne reči: *agrošumarstvo, Republika Srbija.*

Uvod

Agrošumarstvo je održiv način upravljanja zemljištem koji kombinuje poljoprivredne i šumarske prakse u okviru istog prostora. Ova integracija podrazumeva istovremeno gajenje drvenastih biljaka, kao što su drveće i grmlje, sa poljoprivrednim kulturama ili stočarstvom na istom zemljištu. Glavni cilj agrošumarstva je da se iskoriste komplementarne prednosti različitih vrsta biljaka i životinja, što može dovesti do poboljšanja produktivnosti, očuvanja prirodnih resursa, i unapređenja biodiverziteta. Agrošumarstvo se često posmatra kao odgovor na izazove modernog poljoprivrednog sistema, koji može biti iscrpljujući za zemljište i ekosistem u celini.

Agrošumarstvo igra ključnu ulogu u ruralnom razvoju jer obezbeđuje održive ekonomske, ekološke i socijalne koristi za ruralne zajednice. Prvo, omogućava poljoprivrednicima da ostvare prihode iz više različitih izvora, umesto da se oslanjaju samo na jednu vrstu proizvodnje. Drugo, agrošumarstvo pomaže u očuvanju prirodnih resursa, kao što su zemljište i voda, kroz poboljšanje strukture tla, smanjenje erozije i boljim zadržavanjem vode u zemljištu. Sadnja drveća na ivicama poljoprivrednih parcela

na primer, može smanjiti eroziju tla i sprečiti odnošenje hranljivih materija tokom obilnih kiša. Ovo doprinosi dugoročnoj plodnosti tla i stabilnosti ekosistema, što je od suštinskog značaja za održivost ruralnih područja. Isto tako, agrošumarstvo podstiče zajedništvo i saradnju unutar zajednica kroz zajedničke projekte i aktivnosti, omogućavajući bolju povezanost i razmenu znanja među poljoprivrednicima.

Agrošumarstvo kao praksa datira hiljadama godina unazad, kada su drevne civilizacije širom sveta prepoznale koristi integrisanja drveća sa poljoprivrednim kulturama i stočarstvom. U Mesopotamiji, poljoprivrednici su uzgajali useve u senci palmi, dok su u drevnoj Kini kombinovali drveće sa ribnjacima i poljima pirinča kako bi poboljšali prinos i očuvali zemljište. Ova praksa nije bila strana ni na Balkanu, gde su pastiri i poljoprivrednici koristili šume za ispašu i sakupljanje hrane, istovremeno obezbeđujući dugoročnu plodnost tla. Danas, agrošumarstvo se smatra ključnim za održivu poljoprivredu, nudeći rešenja za klimatske promene, očuvanje biodiverziteta i poboljšanje lokalnih ekonomija.

Klasifikacija

Klasifikacija agrošumarskih sistema zasniva se na različitim kombinacijama drvenastih biljaka (drveća i žbunja) sa poljoprivrednim kulturama i/ili stočarstvom. Ovi sistemi se razlikuju prema tipu komponenti koje se kombinuju, njihovom prostornom rasporedu, funkciji, i ekološkim uslovima. Osnovne kategorije agrošumarskih sistema prema Mosquera-Losada i sar. (2018) su:

1. Silvopastoralni sistemi. Ovi sistemi integrišu drveće ili žbunje sa proizvodnjom krmnog bilja i stočarstvom. Drveće obezbeđuje hladovinu i zaštitu stoci, dok istovremeno poboljšava plodnost zemljišta i biodiverzitet. Primeri uključuju pašnjake sa drvenastim vrstama ili kombinaciju žbunja koje pružaju hranu i zaklon za stoku.

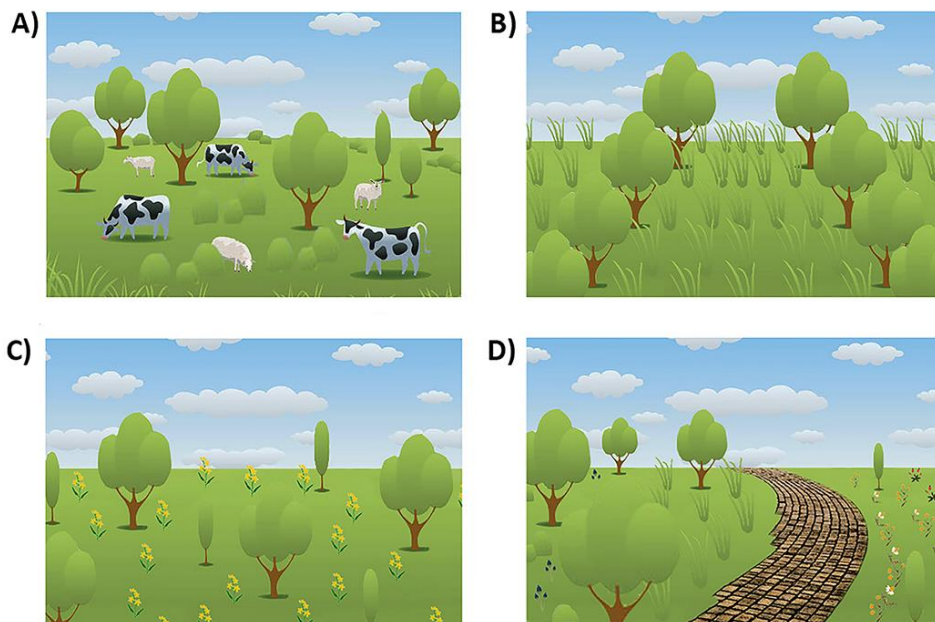
2. Silvoarabilni sistemi (Alley cropping). Ovi sistemi kombinuju drveće ili žbunje sa jednogodišnjim ili višegodišnjim poljoprivrednim usevima. Vegetacija se gaji u redovima (alley cropping), dok se između redova sade poljoprivredne kulture. Ovaj sistem poboljšava plodnost zemljišta, smanjuje eroziju i omogućava različite izvore prihoda.

3. Šumska poljoprivreda (Forest farming). Ovaj sistem se odnosi na uzgoj specijalizovanih useva u šumskim predelima, kao što su lekovite biljke, jestive gljive, ukrasno bilje ili biljke za kulinarsku upotrebu. Sistem koristi postojeći šumski ekosistem, omogućavajući gajenje pod krošnjama, bez potrebe za krčenjem šuma.

4. Kućne bašte (Homegardens). Ovaj tradicionalni sistem karakteriše kombinacija voćaka, povrća, začinskog i lekovitog bilja, često u prigradskim ili seoskim dvorištima. Kućne bašte su veoma produktivne, omogućavajući samoodrživost domaćinstva i očuvanje biodiverziteta.

Osnovna klasifikacija, gore pomenuta, predstavljena je i na Slici 1. Pored toga, unutar kategorija silvopastoralnih i silvoarabilnih sistema, postoji nekoliko podtipova agrošumarskih sistema koji se razlikuju po prostornom rasporedu i gustini drveća i žbunja. Mosquera-Losada i sar. (2018) identifikovali su neke uobičajene podtipove kao što su:

- **Sistemi vetrozaštitnih pojaseva (Windbreaks):** Ovi sistemi koriste linearne sadnje drveća ili žbunja za zaštitu poljoprivrednih kultura i stoke od vetra, smanjenje erozije zemljišta i drugo.
- **Zaštitni pojasevi pored reka (Riparian buffer strips).** To su linearne sadnje drveća i žbunja duž vodotokova, koje obezbeđuju zaštitu vodnih resursa od zagađenja, smanjuju eroziju obala i stvaraju staništa za divlje vrste. Ovi sistemi doprinose očuvanju vodnih ekosistema i smanjenju uticaja poljoprivrede na životnu sredinu.
- **Agrošumarstvo na plantažama.** Ovaj sistem uključuje sadnju drvenastih vrsta na plantažama sa specifičnim uzgojnim ciljevima, kao što su proizvodnja drva, voća ili oraha, zajedno sa poljoprivrednim kulturama ili stočarstvom. U ovim sistemima, prostorni raspored i gustina sadnje su pažljivo planirani kako bi se postigla maksimalna produktivnost.
- **Pojedinačna stabla ili grupacije drveća (Parkland systems).** Ovo su sistemi u kojima su stabla nasumično raspoređena ili grupisana unutar poljoprivrednih površina ili površinama pod pašnjacima. Drveće pruža ekološke i proizvodne koristi kao što su senka, plodovi, gorivo ili hrana za stoku, dok poljoprivredne aktivnosti teku neometano.



Slika 1. Osnovne kategorije agrošumarskih sistema prema Mosquera-Losada i sar. (2018) su: A) silvopastoralni sistemi; B) Silvoarabilni sistemi; C) Šumska poljoprivreda; D) Kućne bašte. Izvor slike: autor.

Prema Nerlich et al. (2013), agrošumarstvo se, uzimajući u obzir intenzitet, primenu savremenih znanja, alata, mašina i uređaja, može podeliti na:

1. **Tradicionalno** – zasniva se na pristupu proizvodnji koji je uglavnom ekstenzivne prirode, s fokusom na proizvodnju većeg broja različitih proizvoda niže vrednosti.
2. **Moderno** – oslanja se na nova znanja, korišćenje mehanizacije i savremene metode u gajenju vrsta za određene potrebe, s naglaskom na njihov kvalitet i međusobne interakcije elemenata sistema, uz primenu odgovarajućih agrotehničkih i uzgojnih mera.

Agrošumarstvo – prednosti i izazovi

Kao što je ranije napomenuto, agrošumarstvo je kompleksan sistem koji kombinuje poljoprivredne i šumarske prakse, ali zbog svoje složenosti često deluje manje privlačno vlasnicima zemljišta. Ključna karakteristika agrošumarstva je njegova multislojevitost i multikomponentna struktura, koja podrazumeva simultano gajenje različitih vrsta biljaka i, često, životinja. Ovakvi sistemi mogu biti izazovni jer uključuju kombinacije različitih vrsta biljaka sa specifičnim ekološkim ulogama i iz različitih

produktivnih sistema, što stvara neizvesnosti u vezi sa njihovim međusobnim interakcijama.

U mnogim slučajevima, interakcije između vrsta su pozitivne, odnosno sinergističke. Na primer, određene vrste drveća mogu poboljšati plodnost zemljišta ili pružiti zaštitu od vetra i sunca, što koristi usevima. Međutim, dešavaju se i situacije kada dolazi do negativnih interakcija, naročito u pogledu konkurencije za resurse kao što su voda i hranljive materije. Konkurencija za azot, ključni element za rast biljaka, često se ističe kao značajan izazov, posebno kada su poljoprivredne i šumske vrste posađene zajedno. Stoga, dizajn agrošumarskih sistema koji kombinuje drvenaste biljke i poljoprivredne kulture ili stoku, zahteva pažljivo planiranje kako bi se osigurale maksimalne koristi od sinergističkih efekata.

Agrošumarstvo se često posmatra kao odlična opcija za diversifikaciju proizvodnje, prihoda i usluga, jer, kao što je navedeno, omogućava integraciju različitih elemenata u jednom proizvodnom sistemu. Kombinovanjem drvenastih vrsta, poljoprivrednih kultura i stoke, poljoprivrednici mogu dobiti različite proizvode, kao što su drvo, voće, orašasti plodovi, stočni proizvodi i biomasa, što smanjuje zavisnost od jednog izvora prihoda.

Agrošumarstvo doprinosi i ublažavanju klimatskih promena. Drveće i višegodišnje biljke u ovim sistemima apsorbuju značajne količine ugljen-dioksida, čime pomažu u smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte. Prema istraživanjima, agrošumarski sistemi mogu skladištiti više ugljenika u poređenju sa konvencionalnim poljoprivrednim praksama, što ih čini vitalnim alatom u globalnoj borbi protiv klimatskih promena. Osim toga, ovi sistemi pomažu u regulaciji mikroklima, pružajući zaštitu od ekstremnih vremenskih uslova kao što su suše i poplave.

Biodiverzitet je još jedan aspekt u kojem agrošumarstvo ima značajan uticaj. Kroz integraciju različitih vrsta biljaka i životinja, agrošumarski sistemi povećavaju biološku raznovrsnost na poljoprivrednim površinama. Ovo ne samo da doprinosi zdravlju ekosistema, već i stabilnosti poljoprivredne proizvodnje, smanjujući rizik od štetočina i bolesti. Raznovrsnost useva u ovim sistemima omogućava bolje korišćenje prirodnih resursa, čime se smanjuje potreba za hemijskim pesticidima i veštačkim đubrivima.

Evropska unija je prepoznala značaj agrošumarstva kao ključnog elementa u borbi protiv klimatskih promena i očuvanja biodiverziteta, te je pokrenula niz inicijativa kako bi se identifikovale i mapirale površine pod agrošumarskim sistemima. Jedan od alata u tom procesu je kartiranje zemljišnih površina, koje se sprovodi kroz baze podataka poput

LUCAS (Land Use and Coverage Area frame Survey) i CORINE (Coordination of Information on the Environment), što omogućava precizno praćenje zemljišta koje se koristi u kombinovanim sistemima poljoprivrede i šumarstva. Na nivou Evrope, države u kojima se agrošumarstvo praktikuje na najvećim površinama su: Španija sa 6,9 miliona hektara, Francuska sa 2,6 miliona hektara, Italija sa 2,3 miliona hektara, Grčka sa 2,1 milion hektara i Portugal sa 2,1 milion hektara.

Uzimajući sve ovo u obzir, jasno postaje da dizajn sistema koji kombinuje šumske vrste sa poljoprivrednim kulturama, kao i sa domaćim životinjama, donosi brojne koristi, ali suočava se i sa mnogim ekonomski i ekološkim izazovima. Zbog toga agrošumarstvo još uvek ne privlači dovoljno pažnje vlasnika i korisnika zemljišta, iako je njegova globalna važnost u stalnom porastu.

Potencijali za razvoj agrošumarstva u Republici Srbiji

Poljoprivredno zemljište u Republici Srbiji zauzima oko 31.4% ukupne teritorije, dok šume pokrivaju oko 32.2% površine zemlje (Zdruli et al., 2022). Ove brojke jasno ukazuju na značajan potencijal za integraciju poljoprivrednih i šumarskih praksi, odnosno za razvoj agrošumarstva. Postojeći agrošumarski sistemi uglavnom su tradicionalni i neformalno razvijeni, poput pašnjaka u šumama ili voćnjaka u kombinaciji sa drvenastim biljkama. U Vojvodini, regionu koji je izložen jakim vetrovima, dominantan tip agrošumarskih sistema su vetrozaštitni pojasevi kao deo dugoročne strategije usmerene na očuvanje zemljišta i poboljšanje poljoprivredne proizvodnje (Slika 2).



Slika 2. Tipičan poljoprivredni pejzaž u severnom delu Srbije, sa prikazom vetrozaštitnih pojaseva, proizvodnje povrća i kukuruza. Izvor slike: Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu (LIFE). Preuzeto sa sajta: <https://euraf.net/>

Iskustva s namenskim osnivanjem agrošumarskih sistema su još uvek u fazi razvoja kod nas, ali postoje pozitivni pomaci zahvaljujući nekoliko projekata koji su pokrenuti poslednjih godina. Projekat Agromix, u kojem Srbija aktivno učestvuje, deo je šire evropske inicijative koja se fokusira na integraciju agrošumarskih i mešoviti poljoprivrednih sistema u cilju povećanja otpornosti na klimatske promene i poboljšanja održivosti poljoprivredne proizvodnje. U okviru ovog projekta, Srbija je uključena kroz saradnju sa lokalnim poljoprivrednim organizacijama i istraživačkim institucijama koje rade na prilagođavanju evropskih modela agrošumarstva specifičnim uslovima u zemlji. Cilj je da se kroz ove aktivnosti unaprede metode kombinovanja drvenastih vrsta sa ratarskim i stočarskim praksama, što doprinosi povećanju plodnosti tla, smanjenju erozije i boljoj ekonomskoj stabilnosti poljoprivrednika.

Takođe, projekat OT4D/PPP (Organic Trade for Development) u Srbiji je poslužio kao platforma za implementaciju agrošumarskih praksi. U okviru ovog projekta, uvedeni su principi dinamičnog agrošumarstva kao deo održivih poljoprivrednih metoda. Konkretno, u Srbiji je agrošumarstvo primenjeno kroz integraciju drveća i višegodišnjih biljaka u organsku proizvodnju, što je rezultiralo poboljšanjem plodnosti tla, povećanjem biodiverziteta i smanjenjem erozije. Ovaj pristup se pokazao efikasnim u stvaranju

otpornijih poljoprivrednih sistema koji mogu bolje odgovoriti na izazove klimatskih promena.

Kao primer dobre prakse u Srbiji, u literaturi se pojavljuje ideja o uspostavljanju proizvodnje topola i klonova vrbe u kratkim rotacijama, kombinovane sa proizvodnjom električne energije putem agrisolarnih sistema. Ovo bi se sprovodilo kroz komparativno istraživanje koje obuhvata različite tipove solarnih panela, nosače različitih visina, vrste sadnica i različite režime navodnjavanja, uz iste zemljišne uslove (Stojanović et al., 2024).

Međutim, u Srbiji ne postoji poseban zakon ili regulativa koja se isključivo odnosi na agrošumarstvo kao integrisani koncept. Umesto toga, agrošumarstvo je obuhvaćeno kroz različite propise koji se tiču poljoprivrede, šumarstva, zaštite životne sredine, i održivog upravljanja zemljištem. Ove oblasti se preklapaju i omogućavaju sprovođenje agrošumarskih praksi.

Srbija ima svoju Asocijaciju za agrošumarstvo, osnovanu 2021. godine u Novom Sadu. Njeni osnivači su 10 istraživača iz Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Glavni ciljevi pomenute asocijacije su: 1) širenje i diseminacija znanja o agrošumarstvu među poljoprivrednicima, donosiocima politika i drugim zainteresovanim grupama; 2) priprema i predlaganje zakona i politika vezanih za agrošumarstvo; 3) uvođenje i primena istraživanja u oblasti agrošumarstva (<https://euraf.net/>).

Zaključak je da Srbija ima značajan potencijal za razvoj agrošumarstva, zahvaljujući svojim prirodnim resursima i interesovanju za održive poljoprivredne prakse. Iako zakonska regulativa još uvek zaostaje, postoje jasni koraci ka unapređenju ovog sektora kroz saradnju između državnih institucija, stručnih udruženja i poljoprivrednika. Dalje investiranje u istraživanje i razvoj agrošumarstva može doprineti povećanju otpornosti ekosistema i održivom razvoju ruralnih zajednica. Ono što svakako ne treba zaboraviti na kraju je činjenica da prelazak sa tradicionalnog na moderno agrošumarstvo podrazumeva kontinuirane aktivnosti kao što su: definisanje agrošumarstva u zakonskoj regulativi Republike Srbije radi lakšeg prepoznavanja i finansiranja, praćenje savremenih trendova u osnivanju, održavanju i korišćenju agrošumarskih sistema u Evropi i svetu, kao i rezultata istraživanja u takvim kompleksnim, multifunkcionalnim sistemima.

Literatura

1. Mosquera-Losada, M. R., Santiago-Freijanes, J. J., Rois-DíAz, M., Moreno, G., den Herder, M., Aldrey-Vázquez, J. A., Ferreiro-Domínguez, N., Pantera, A., Pisanelli, A., Rigueiro-Rodríguez, A. (2018). Agroforestry in Europe: A land management policy tool to combat climate change. *Land use policy* 78: 603-613.
2. Nerlich, K., Graeff-Hönninger, S., Claupein, W. (2013). Agroforestry in Europe: a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany. *Agroforestry Systems* 87: 475–492.
3. Zdruli, P., Wojda, P., Jones, A. (2022). Soil health in the Western Balkans. Publications Office of the European Union, Luxembourg. doi:10.2760/653515
4. <https://euraf.net/>
5. Stojanovic, D., Djordjevic, S., Orlovic, S. (2024). Application of AgriSolar concept in agroforestry: case study from Serbia. EURAF 2024, 28–31 May 2024, Abstract book, p. 343.

II Agrošumarstvo kao rešenje za klimatske promene: Sekvestracija ugljenika

dr Vesna Vasić, docent



Sažetak: *Agrošumarstvo doprinosi skladištenju ugljenika kako u biomasi drveća, tako i u zemljištu. Drveće u agrošumarskim sistemima ima veliki kapacitet za dugoročno skladištenje ugljenika u stablima, granama i korenju. Agrošumarstvo doprinosi stvaranju zdravog i bogatog zemljišta, koje skladišti veće količine ugljenika u poređenju sa degradiranim zemljištima podložnim intenzivnoj poljoprivredi. Višegodišnje biljke u agrošumarstvu, zahvaljujući dubljem korenju, omogućavaju veću sekvestraciju ugljenika i obnavljanje zemljišta. Drveće se može koristiti za dugotrajne proizvode poput građevinskog materijala, što dodatno zaključava ugljenik na duže vreme. Raznovrsnost biljnih vrsta u agrošumarskim sistemima povećava otpornost ekosistema na klimatske promene.*

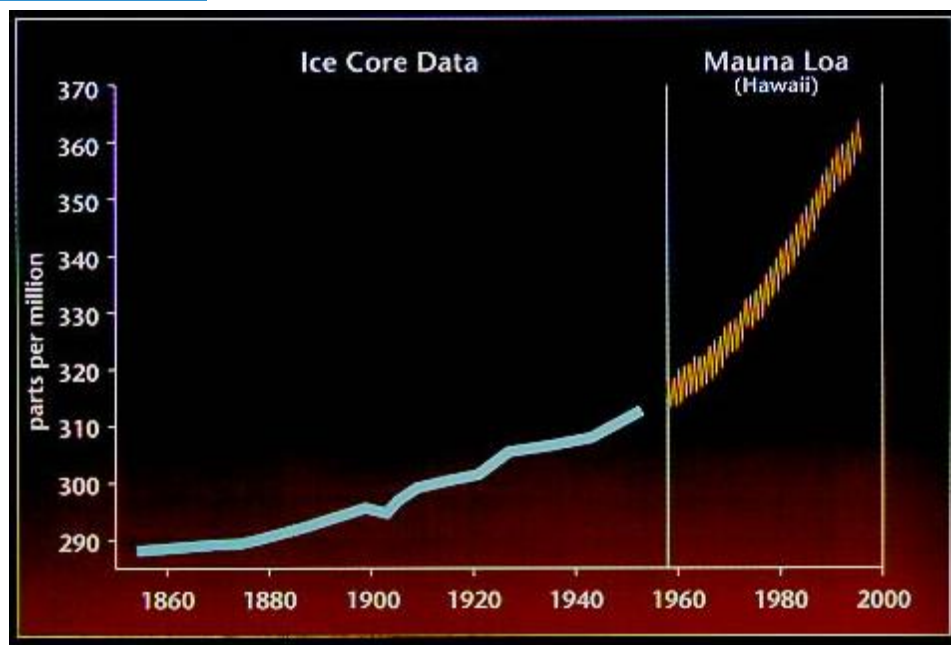
Agrošumarstvo, zahvaljujući svojoj sposobnosti da sekvestrira ugljenik i unapređuje kvalitet zemljišta, predstavlja efikasnu strategiju za borbu protiv klimatskih promena i očuvanje ekosistema.

Ključne reči: *sekvestracija ugljenika, klimatske promene, kvalitet zemljišta*

Uvod

Klimatske promene uzrokovane su prvenstveno sagorevanjem fosilnih goriva, što dovodi do ispuštanja većih količina CO₂ u atmosferu (slika 1), i krčenjem šuma koje degradira sposobnost prirodnih rezervoara da apsorbuju emitovani ugljenik.

Globalno zagrevanje je postepeno povećanje prosečne temperature atmosfere, do čega dolazi jer manje energije od Sunca zrači nazad u svemir, pa energija ostaje zarobljena u atmosferi reflektovanjem od gasova koji se nazivaju gasovi staklene bašte. U poslednja dva veka ljudske aktivnosti dovele su do dramatičnog i veoma velikog povećanja koncentracije CO₂ i drugih gasova staklene bašte poput metana (CH₄) i azot-suboksida (N₂O) (Post & Venterea, 2012). U martu 2021. godine, opservatorija na Havajima zabeležila je da su atmosferski nivoi CO₂ iznosili 417 ppm, a očekuje se da će nivoi CO₂ u 2021. godini biti više od 50% iznad nivoa pre industrijskog doba (<https://www.carbonbrief.org/met-office-atmospheric-co2-now-hitting-50-higher-than-pre-industrial-levels>).



Slika 1. Koncentracije CO₂ merene u atmosferi od 1960. i u večnom ledu od 1860.godine

(https://enerpedia.net/index.php/Promjena_koncentracije_CO2_i_temperature)

Međuvladin panel za klimatske promene (IPCC) je 2018. godine preporučio da, kako bi se očuvao klimatski sistem sa funkcionalnim ekosistemima i zajednicama ljudi, porast temperature ne bi smeo da pređe 1,5 °C. Da bi se postigao ovaj cilj, pokrenuti su

globalni napori i postoji globalna posvećenost. Dana 30. novembra 2020. godine, Evropska komisija (EK) je usvojila Izveštaj o napretku klimatskih akcija EU, započinjući put ka klimatski neutralnoj Evropi do 2050. godine. U okviru ovog izveštaja, spomenuta je regulativa LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry, Korištenje zemljišta, promene u korištenju zemljišta i šumarstvo), koja zahteva da svaka država članica EU obezbedi da procenjene emisije iz korišćenja zemljišta budu izbalansirane odgovarajućim uklanjanjem CO₂ iz atmosfere putem aktivnosti u tom sektoru (EK, 2020). U aprilu 2021. godine, predsednik Bajden je organizovao Samit lidera o klimi sa 40 svetskih lidera. Jedna od ključnih tema samita bile su ublažavanje klimatskih promena, globalni bezbednosni izazovi, uticaj klimatskih promena na egzistenciju ljudi i kako unaprediti rešenja zasnovana na prirodi u postizanju neto nula emisija gasova staklene bašte do 2050. godine (<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/04/23/leaders-summit-on-climate-summary-of-proceedings/>).

Surova istina je da bi emisije do 2030. godine trebalo da budu skoro 50% manje od trenutnih emisija kako bi se porast temperature zadržao ispod 2 °C. Jedan od najvažnijih koraka za postizanje ovih ciljeva je smanjenje emisija CO₂, CH₄ i N₂O, za koje se procenjuje da čine do 80% globalnih antropogenih emisija (Bedrosyan, 2014). Četvrtina ovih ukupnih emisija dolazi iz poljoprivrede, krčenja šuma i drugih načina korišćenja zemljišta (IPCC, 2019a).

Sekvestracija ugljenika je proces uklanjanja ugljen-dioksida (CO₂) iz atmosfere i njegovog skladištenja u prirodne rezervoare, poput biljaka, zemljišta, okeana i geoloških formacija. U kontekstu klimatskih promena, sekvestracija ugljenika je ključna jer pomaže u smanjenju koncentracije gasova staklene bašte, čime se ublažava globalno zagrevanje.

Proces sekvestracije ugljenika u šumama

Šume su važan deo globalnog ciklusa ugljenika jer drveće i biljke apsorbuju ugljen-dioksid putem fotosinteze. Stoga igraju ključnu ulogu u ublažavanju klimatskih promena. Uklanjanjem gasova staklene bašte poput ugljen-dioksida iz vazduha, šume funkcionišu kao kopneni rezervoari ugljenika, što znači da skladište velike količine ugljenika u obliku biomase, uključujući korenje, stabla, grane i lišće. Tokom celog svog života, drveće nastavlja da sekvestira ugljenik, dugoročno skladišteći atmosferski CO₂. Održivo upravljanje šumama, pošumljavanje i ponovno pošumljavanje stoga predstavljaju važne doprinose ublažavanju klimatskih promena.

Važan aspekt u ovim naporima je da šume mogu preći iz rezervoara u izvore ugljenika. U 2019. godini, šume su apsorbivale trećinu manje ugljenika nego 1990-ih godina, usled viših temperatura, suša i deforestacije. Očekuje se da bi tipične tropske šume (Slika 2) mogle postati izvor ugljenika do 2060-ih godina.

Istraživači su otkrili da je, sa stanovišta ekoloških usluga, bolje izbegavati deforestaciju nego dozvoliti deforestaciju pa naknadno ponovo pošumljavati, jer prva opcija dovodi do nepovratnih efekata kao što su gubitak biodiverziteta i degradacija zemljišta (EK, 2020). Pored toga, verovatnoća da će zaostali ugljenik biti oslobođen iz zemljišta je veća u mlađim borealnim šumama (Walker i sar., 2019).

Globalne emisije gasova staklene bašte prouzrokovane oštećenjem tropskih kišnih šuma mogle su biti značajno podcenjene sve do 2019. godine.



Slika 2. Palme amazonske prašume

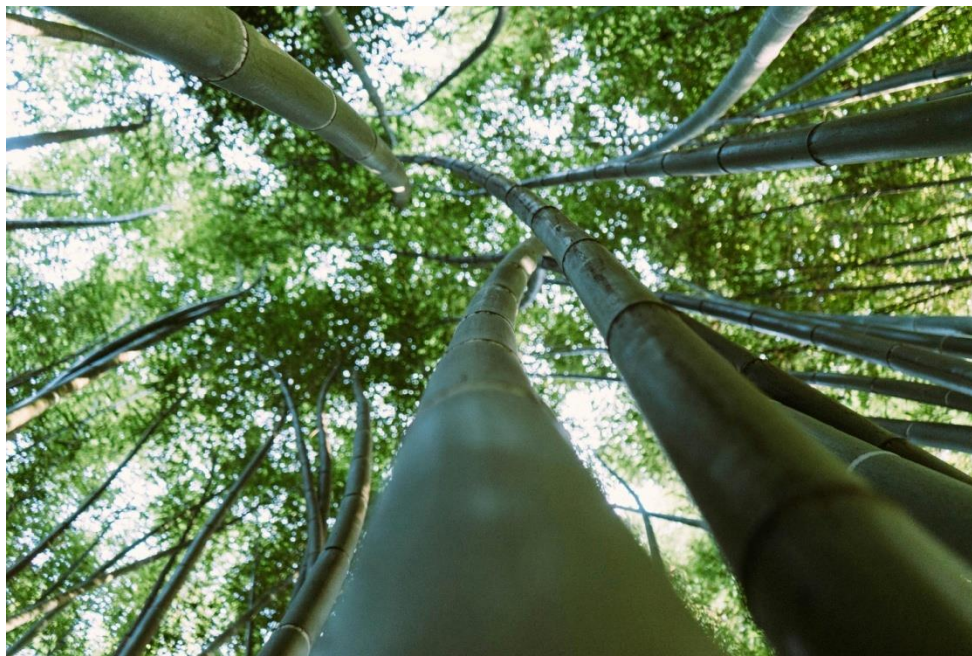
Takođe, efekti pošumljavanja i ponovnog pošumljavanja manifestovaće se mnogo kasnije nego očuvanje postojećih šuma. Potrebne su decenije da bi se postigli isti benefiti za globalno zagrevanje koji dolaze od sekvenciranja ugljenika u zrelih stablima u tropskim šumama, pa je ograničavanje deforestacije efikasnije. Zbog toga naučnici smatraju da je zaštita i obnova ekosistema bogatih ugljenikom i dugovečnih ekosistema, posebno prirodnih šuma, „glavno rešenje za klimu“.

Sadnja drveća na granici poljoprivrednih zemljišta i pašnjaka pomaže u inkorporiranju ugljenika iz atmosferskog CO₂ u biomasu (Lefebvre i sar, 2021). Da bi ovaj proces sekvenciranja ugljenika bio uspešan, ugljenik se ne sme vratiti u atmosferu usled

sagorevanja ili truljenja biomase. U tu svrhu, zemljište na kojem je zasađeno drveće ne sme biti preusmereno na druge namene.

U nekim šumama, ugljenik može biti skladišten vekovima, dok se u drugim šumama ugljenik oslobađa usled čestih požara koji uništavaju šumske ekosisteme. Šume koje se eksploatišu pre nego što dođe do ovakvih događaja omogućavaju zadržavanje ugljenika u prerađenim šumskim proizvodima kao što je građa. Međutim, samo deo ugljenika uklonjenog iz posečenih šuma završava kao trajni proizvodi i građevinski materijal. Ostatak završava kao nusproizvodi pilana, poput celuloze, papira i paleta. Ako bi se sav novi građevinski materijal globalno izrađivao od 90% drveta, uglavnom putem usvajanja masivnog drveta u niskogradnji, to bi moglo sekvstrirati 700 miliona tona ugljenika godišnje. To je pored eliminacije emisija ugljenika koje dolaze iz zamenjenih građevinskih materijala poput čelika ili betona, koji su intenzivni u pogledu emisije ugljenika tokom proizvodnje.

Meta-analiza je pokazala da bi šume sa mešanim vrstama povećale skladištenje ugljenika, uz druge koristi od diverzifikacije zasađenih šuma (Warner i sar, 2023).



Slika 3. Šuma bambusa

(<https://turistickileksikon.com/suma-bambusa-sagano-oaza-mira-u-japanu/>)

Iako šuma bambusa skladišti manje ukupnog ugljenika nego zrela šuma drveća, bambusove plantaže sekvstriraju ugljenik mnogo brže nego zrela šuma ili plantaža drveća. Stoga uzgoj bambusa ima značajan potencijal za sekvstraciju ugljenika.

Prema izveštaju Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO): „Ukupna zaliha ugljenika u šumama smanjila se sa 668 gigatona 1990. godine na 662 gigatone 2020. godine.“ U borealnim šumama Kanade, čak 80% ukupnog ugljenika skladišti se u zemljištu kao mrtva organska materija.

Šesti izveštaj Međuvladinog panela za klimatske promene (IPCC) navodi: „Sekundarni rast šuma i obnova degradiranih šuma i nešumskih ekosistema mogu igrati veliku ulogu u sekvestraciji ugljenika (sa velikim stepenom pouzdanosti) uz visoku otpornost na poremećaje i dodatne koristi kao što su poboljšanje biodiverziteta.“

Uticao na temperaturu zavisi od lokacije šuma. Na primer, pošumljavanje u borealnim ili subarktičkim regionima ima manji uticaj na klimu. To je zato što zamenjuje područje sa visokim albedom, pokriveno snegom, šumskim krošnjama sa nižim albedom. Suprotno tome, tropski projekti pošumljavanja dovode do pozitivnih promena, kao što je formiranje oblaka. Ovi oblaci zatim reflektuju sunčevu svetlost, snižavajući temperature.

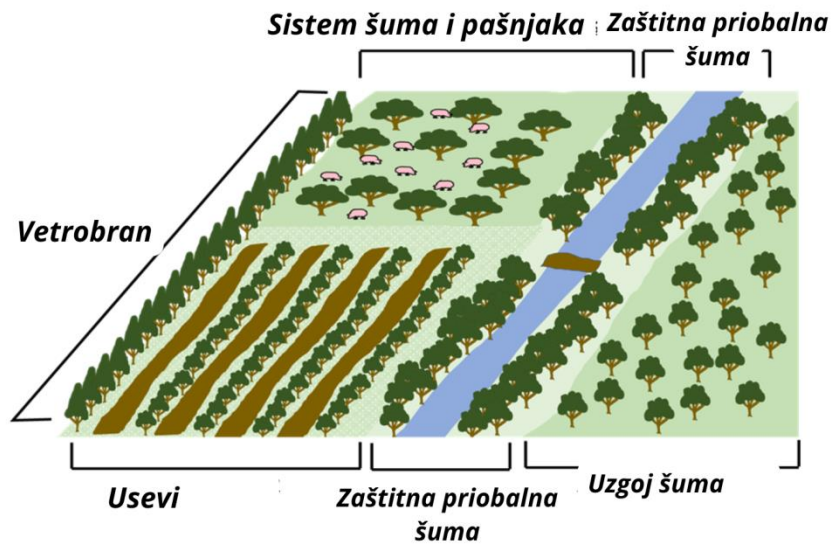
Sadnja drveća u tropskim klimama sa vlažnim sezonama ima dodatnu prednost. U takvim uslovima, drveće brže raste (sekvestrirajući više ugljenika) jer može rasti tokom cele godine. Drveće u tropskim klimama ima, u proseku, veće, svetlije i brojnije listove nego u netropskim klimama. Istraživanje prečnika 70.000 stabala širom Afrike pokazalo je da tropske šume fiksiraju više ugljen-dioksida nego što se ranije mislilo. Istraživanje je sugerisalo da šume u Africi, Amazoniji i Aziji apsorbuju gotovo petinu emisija fosilnih goriva. Simon Lewis je izjavio: „Drveće u tropskim šumama apsorbuje oko 18% ugljen-dioksida koji se godišnje dodaje u atmosferu sagorevanjem fosilnih goriva, značajno ublažavajući brzinu promene.“

Uloga agrošumarstva u sekvestraciji ugljenika

Agrošumarstvo je izuzetno efikasan metod za sekvestraciju ugljenika jer kombinuje poljoprivredne aktivnosti s uzgojem drveća i šumskih biljaka (Slika 3).

Prema nekoliko studija (Nair i saradnici, 2009; Udawatta i saradnici, 2017), integracija drveća sa usevima u agrošumarski sistem ima potencijal da smanji eroziju zemljišta, poveća plodnost zemljišta, poboljša kvalitet vode i očuvanje biodiverziteta, bori se protiv klimatskih promena kroz sekvestraciju ugljenika i unapredi estetiku okoline. Funkcija agrošumarstva u poboljšanju i uspostavljanju održivosti i proizvodnje dobro je dokumentovana širom sveta.

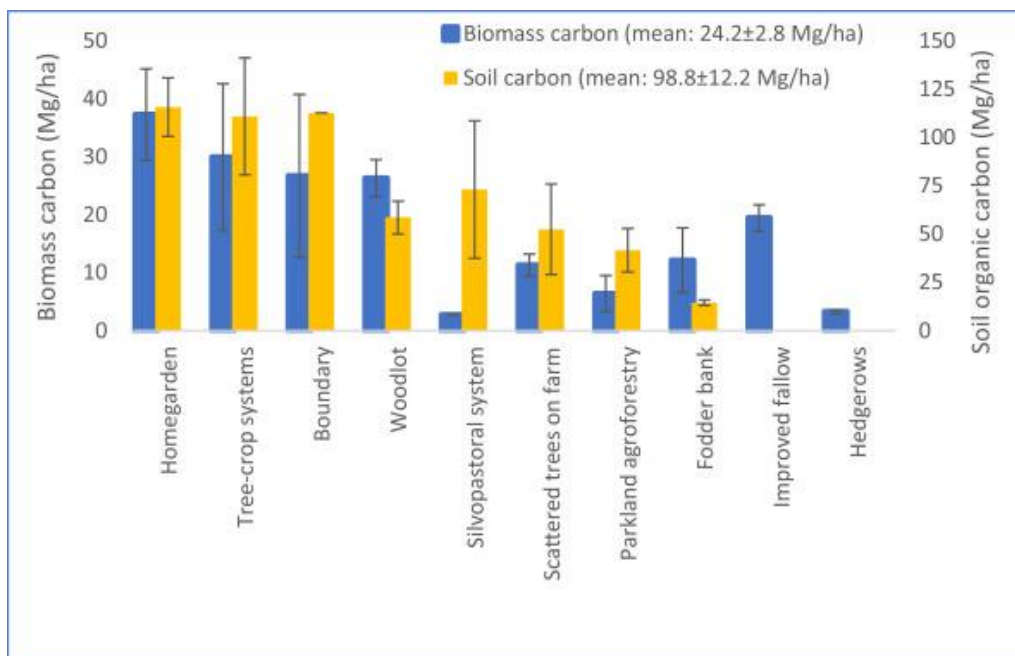
Osnove Agrošumarstva



Slika 3. Sistem agrošumarstva: integrisanje drveća i drvenastih biljaka u poljoprivredne predele

Sadnja drveća u agrošumarskim sistemima vremenom povećava količinu sekvestracije ugljenika, jer se biomasa drveća povećava s godinama starosti stabala (Khan i saradnici, 2020; Yasin i saradnici, 2019). Agrošumarstvo takođe može poboljšati fizičke, hemijske i biološke karakteristike zemljišta i reciklirati hranjive materije (Singh i saradnici, 2018; Zhu i saradnici, 2020). Poljoprivrednici eksperimentišu sa vrstama drveća koje brzo rastu, donose visok prihod i pri tome najmanje štete usevima (Zubair i Garforth, 2006; Zubair i saradnici, 2022).

Kao potencijalni deo strategija ublažavanja klimatskih promena, agrošumarstvo sekvestrira ugljenik u biomasi i zemljištu. Globalno, agrošumarski sistemi skladište u proseku oko 21,4 Mg C ha⁻¹ u biomasi (Zomer i saradnici, 2016). U tropskim regionima, agrošumarski sistemi skladište u proseku 9, 21 i 50 Mg C ha⁻¹ u semiaridnim, subhumidnim i humidnim područjima (Montagnini i Nair, 2004). Konzervativna procena između 1,0 i 18 Mg C ha⁻¹ u nadzemnoj biomasi predložena je za agrošumarske sisteme u Africi (Nair i Nair, 2014). Ove procene su grube i samo ukazuju na potencijal agrošumarstva.



Slika 4. Biomasa i ugljenik u zemljištu u različitim agrošumarskim praksama u Istočnoj Africi. Vrednosti su srednje vrednosti iz 43 publikacije koje su izveštavale o sekvestraciji ugljenika u agrošumarstvu (Muthuri i sar., 2023).

Studija sekvestracije ugljenika i CO₂ u plantažama hibridne topole u severnoj Srbiji pruža značajan uvid u potencijal hibridnih topola da sekvestiraju ugljen-dioksid (CO₂), što je ključno za ublažavanje klimatskih promena. Istraživanje sprovedeno u severnoj Srbiji fokusiralo se na vrstu hibridne topole, i primenilo regresione modele za razumevanje ukupne i godišnje sekvestracije ugljenika u zavisnosti od starosti zasada. Koristeći modeliranje, poznato kao CO2FIX (verzija 3.1), istraživači su kvantifikovali ugljenik koji se skladišti ne samo u biomasi stabala (nadzemnoj i podzemnoj), već i u organskoj materiji zemljišta i drvnim proizvodima. U okviru istraživanja kreirana su četiri ključna regresiona modela:

- Model ukupne sekvestracije ugljenika
- Model ukupne sekvestracije CO₂ i generisanja ugljeničnih kredita (CO₂e)
- Model godišnje sekvestracije ugljenika
- Model godišnje sekvestracije CO₂ i godišnjeg generisanja ugljeničnih kredita

Ovi modeli pružili su važne uvide u dinamiku sekvestracije tokom 30-godišnjeg proizvodnog ciklusa. Ukupna sekvestracija ugljenika procenjena je na 78,58 t C po hektaru, dok je prosečna vrednost za sve godine ciklusa iznosila 44,02 t C po hektaru. Godišnja prosečna sekvestracija ugljenika izračunata je na 2,62 t C po hektaru godišnje, dok je prosečna godišnja sekvestracija CO₂ bila približno 9,60 t CO₂ po hektaru godišnje.

Ovo istraživanje ističe ulogu plantaža hibridne topole u severnoj Srbiji kao efikasne strategije za sekvestraciju ugljenika. Rezultati ukazuju na to da ove plantaže mogu značajno da smanje nivoe CO₂ u atmosferi, što ih čini potencijalnim alatom u regionalnim i globalnim naporima za borbu protiv klimatskih promena. Pored toga, studija naglašava značaj integracije generisanja ugljeničnih kredita kao finansijskog podsticaja, čime se dodatno promovise održivo upravljanje zemljištem.

Agrošumarstvo povećava količinu biomase i organskih materija koje mogu skladištiti ugljenik. Evo kako konkretno doprinosi sekvestraciji:

1. Skladištenje ugljenika u drveću

Drveće je jedan od glavnih načina skladištenja ugljenika, jer kroz proces fotosinteze apsorbuje ugljen-dioksid iz atmosfere i skladišti ga u svojim tkivima. U agrošumarskim sistemima, gde se drveće gaji zajedno sa usevima ili životinjama, ovaj proces je dodatno pojačan. Količina ugljen-dioksida koja se apsorbuje i skladišti zavisi od vrste drveća, starosti, klimatskih uslova i drugih faktora. Ugljenik se skladišti u različitim delovima drveća, uključujući stablo, grane, lišće i korenje. Korenje je posebno važno, jer se ugljenik takođe akumulira i u zemljištu oko korenovog sistema.

Jedna od ključnih prednosti ovog skladištenja jeste dugoročnost. Drveće može skladištiti ugljenik nekoliko decenija, pa čak i vekovima, stvarajući trajni depozit ugljenika. U tropskim oblastima, gde drveće može brže rasti, skladištenje ugljenika u biomasi drveća je posebno efikasno. Takođe, sadnja i održavanje agrošumarskih sistema smanjuje rizik od degradacije zemljišta i povećava njegovu plodnost, omogućavajući kontinuirano vezivanje ugljenika u zemljištu kroz reciklažu hranljivih materija.

Pored toga, kada drveće postigne punu zrelost, ono nastavlja da sekvestrira ugljenik, a kada se drveće pravilno održi, kao na primer kroz održivu seču i ponovnu sadnju, ovaj ciklus može biti održiv kroz više generacija. Drveće, posebno u agrošumarstvu, ne samo da pomaže u borbi protiv klimatskih promena već i pruža dodatne ekološke i ekonomske koristi, kao što su zaštita biodiverziteta, stabilizacija mikroklimе i obezbeđivanje drvnih proizvoda koji mogu dalje skladištiti ugljenik, na primer u građevinskim materijalima.

2. Organska materija u zemljištu

Agrošumarstvo podstiče razvoj zemljišta bogatog organskom materijom, koja igra ključnu ulogu u skladištenju ugljenika. Organska materija u zemljištu potiče od opalog lišća, mrtvih biljaka, korenovih sistema i drugih biljnih ostataka, koji se razgrađuju i talože u zemljištu. Ovaj proces razgradnje organskih materijala omogućava dugotrajno

skladištenje ugljenika u zemljištu, jer se ugljenik veže u stabilne organsko-mineralne komplekse koji mogu ostati zarobljeni u zemljištu decenijama, pa čak i vekovima.

U poređenju sa degradiranim zemljištima koja su izložena intenzivnoj poljoprivredi, agrošumarski sistemi pomažu u obnovi i očuvanju kvaliteta zemljišta. Plodno zemljište ima sposobnost da zadrži daleko veće količine ugljenika, zahvaljujući visokom sadržaju humusa i drugih organskih materija koja poboljšavaju njegovu strukturu. Ova organska materija ne samo da skladišti ugljenik već i poboljšava kapacitet zemljišta za zadržavanje vode, povećava plodnost i smanjuje eroziju.

Takođe, korenov sistem drveća u agrošumarskim sistemima doprinosi zadržavanju ugljenika u zemljištu. Korenje ne samo da direktno unosi organsku materiju u zemljište, već i pomaže u poboljšanju njegove strukture, stvarajući kanale za prodiranje vode i vazduha, što dodatno poboljšava mikrobiološku aktivnost zemljišta. Ovo, zauzvrat, poboljšava sposobnost zemljišta da skladišti ugljenik kroz dublje slojeve.

Agrošumarstvo pruža prirodan način za obnovu zemljišta i skladištenje ugljenika, smanjujući potrebu za sintetičkim đubrivima i pesticidima, što dodatno doprinosi zaštiti životne sredine. Ovaj proces pomaže u borbi protiv klimatskih promena kroz sekvestraciju ugljenika i omogućava održivu poljoprivrednu praksu koja podržava dugoročni ekosistemski balans i plodnost zemljišta.

3. Sekvestracija kroz višegodišnje biljke

Višegodišnje biljke, kao što su voćke, grmlje i druge drvenaste biljke koje su karakteristične za agrošumarstvo, igraju ključnu ulogu u procesu sekvestracije ugljenika. Za razliku od jednogodišnjih useva, višegodišnje biljke razvijaju korenov sistem koje prodire u dublje slojeve zemljišta. Ovaj dublji korenov sistem omogućava veće skladištenje ugljenika i doprinosi stvaranju zemljišta koje je otpornije na eroziju i degradaciju.

Korenje višegodišnjih biljaka čini ove agrošumarske sisteme posebno efikasnim u sekvestraciji ugljenika. Kroz dugi životni vek ovih biljaka, ugljenik ostaje zarobljen u korenju, stablima i lišću, dok se proces sekvestracije nastavlja godinama. Ove biljke takođe pomažu u izgradnji mikrobiološke aktivnosti u zemljištu, što dalje doprinosi većem zadržavanju ugljenika u zemljištu. Kombinacija dugovečnosti i sposobnosti ovih biljaka da obnove i stabilizuju zemljište čini ih ključnim elementom održivih agrošumarskih sistema.

4. Obnavljanje degradiranih zemljišta

Agrošumarstvo nudi rešenje za obnavljanje degradiranih zemljišta, kao što su ona pogođena dezertifikacijom, erozijom ili intenzivnom poljoprivredom. Kroz ponovnu sadnju drveća i višegodišnjih biljaka, kao i integraciju različitih biljnih vrsta, agrošumarski sistemi mogu da pretvore ove oštećene površine u plodne ekosisteme koji efikasno apsorbuju i skladište ugljenik.

Obnavljanjem vegetacije na degradiranim zemljištima, dolazi do smanjenja erozije, poboljšanja strukture tla i vraćanja njegove plodnosti. Agrošumarstvo takođe povećava biološku raznovrsnost, smanjuje rizik od dezertifikacije i povećava sposobnost zemljišta da zadrži vlagu. Ovi obnovljeni ekosistemi postaju efikasni rezervoari ugljenika, ublažavaju klimatske promene kroz sekvestraciju ugljenika, dok istovremeno pružaju održive izvore hrane i resursa za lokalne zajednice.

5. Povećanje bioraznolikosti i otpornosti ekosistema

Veći biodiverzitet u agrošumarskim sistemima doprinosi sekvestraciji ugljenika i povećava otpornost ekosistema na klimatske promene. Raznovrsni ekosistemi mogu bolje da skladište ugljenik i otporniji su na suše i erozije, što dodatno smanjuje emisije CO₂.

6. Dugoročni efekti sekvestracije

Veći biodiverzitet u agrošumarskim sistemima igra ključnu ulogu u sekvestraciji ugljenika i u povećanju otpornosti ekosistema na klimatske promene. Raznovrsni ekosistemi, koji uključuju različite vrste biljaka i drveća, stvaraju stabilnije zemljište i zdravije biljke, što doprinosi njihovoj sposobnosti da efikasnije apsorbuju i skladište ugljenik.

U takvim agrošumarskim sistemima, raznovrsne vrste biljaka omogućavaju da zemljište bude bogatije hranljivim materijama, otpornije na eroziju i sposobnije da zadrži vlagu, što je od posebne važnosti u sušnim periodima. Zbog toga su ovi sistemi otporniji na ekstremne vremenske prilike, poput suša i poplava, koje su sve češće kao posledica klimatskih promena.

Pored toga, biodiverzitet smanjuje rizik od pojave bolesti i štetočina, jer veća raznovrsnost biljaka stvara prirodnu otpornost na invazivne vrste. Ova ekološka stabilnost pomaže u očuvanju sekvestracije ugljenika u dužem vremenskom periodu, dok u isto vreme smanjuje emisije CO₂ koje mogu nastati usled degradacije zemljišta i smanjenja biljnog pokrivača. Kroz kombinaciju biodiverziteta i održivih praksi, agrošumarstvo nudi snažno rešenje za prilagođavanje i ublažavanje efekata klimatskih promena.

7. Sekvestracija kroz drvnu industriju

Kada se drveće koristi za izgradnju ili pravljenje drugih proizvoda dugog veka, ugljenik koji je apsorbiran tokom rasta stabala ostaje zaključan u tim proizvodima decenijama.

Primena drveta u građevinarstvu ili pravljenju trajnih proizvoda dodatno smanjuje potrebu za materijalima poput betona i čelika, čija proizvodnja izaziva visoke emisije ugljen-dioksida. Tako, kroz upotrebu drveta u različitim industrijama, agrošumarstvo doprinosi sekvestraciji ugljenika i smanjenju ukupnih emisija gasova sa efektom staklene bašte.

Doprinos globalnim ciljevima

Agrošumarstvo je prepoznato kao ključna praksa za postizanje ciljeva u okviru Pariskog sporazuma, jer smanjuje emisije gasova staklene bašte, povećava skladištenje ugljenika i doprinosi stvaranju održivih poljoprivrednih sistema. Kako klimatske promene postaju sve ozbiljniji problem, agrošumarstvo nudi konkretna rešenja koja pomažu u održavanju stabilnih i zdravih ekosistema.

Literatura

1. Bedrosyan, D. (2014). Understanding CO₂ Emissions from the Global Energy Sector (Vol. 17143). The World Bank.
2. European Commission, "Kick-Starting the Journey towards a Climate-Neutral Europe by 2050," EU Climate Action Progress Report, November 2020.
3. IPCC. 2019a. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4: Forestland. In IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture, forestry and other land use. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.
4. Khan, A., Zhang, X., Zhang, K., Iqbal, A., Ahmad, A., Saeed, S., ... & Yang, X. (2020). Tree distribution pattern, growing stock characteristics and biomass carbon density of mongolian scots pine (*Pinus sylvestris* var. *Mongolica*) plantation of Horqin Sandy Land, China. *Pak. J. Bot*, 52(3), 995-1002.
5. Lefebvre, D., Williams, A. G., Kirk, G. J., Paul, Burgess, J., Meersmans, J., Smith, P. (2021). Assessing the carbon capture potential of a reforestation project. *Scientific reports*, 11(1), 19907.
6. Montagnini, F., & Nair, P. R. (2004). Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. In *New Vistas in Agroforestry: A Compendium for 1st World Congress of Agroforestry, 2004* (pp. 281-295). Springer Netherlands.
7. Muthuri, C. W., Kuyah, S., Njenga, M., Kuria, A., Öborn, I., & van Noordwijk, M. (2023). Agroforestry's contribution to livelihoods and carbon sequestration in East Africa: A systematic review. *Trees, Forests and People*, 100432.
8. Nair, P. R., & Nair, V. D. (2014). 'Solid–fluid–gas': the state of knowledge on carbon-sequestration potential of agroforestry systems in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6, 22-27.
9. Nair, P. R., Kumar, B. M., Nair, V. D., Nair, P. R., Kumar, B. M., & Nair, V. D. (2021). Carbon Sequestration and Climate Change Mitigation. *An Introduction to Agroforestry: Four Decades of Scientific Developments*, 487-537.
10. Post, W. M., & Venterea, R. T. (2012). Managing biogeochemical cycles to reduce greenhouse gases. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(10), 511.

-
11. Singh, I., Rawat, P., Kumar, A., & Bhatt, P. (2018). Soil physico-bio-chemical properties under different agroforestry systems in Terai region of the Garhwal Himalayas. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 2813-2821.
 12. Udawatta, R. P., Gantzer, C. J., & Jose, S. (2017). Agroforestry practices and soil ecosystem services. In *Soil health and intensification of agroecosystems* (pp. 305-333). Academic Press.
 13. Walker, X. J., Baltzer, J. L., Cumming, S. G., Day, N. J., Ebert, C., Goetz, S., Mack, M. C. (2019). Increasing wildfires threaten historic carbon sink of boreal forest soils. *Nature*, 572(7770), 520-523.
 14. Warner, E., Cook-Patton, S. C., Lewis, O. T., Brown, N., Koricheva, J., Eisenhauer, N., Hector, A. (2023). Young mixed planted forests store more carbon than monocultures—a meta-analysis. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1226514.
 15. Yasin, G., Nawaz, M. F., Martin, T. A., Niazi, N. K., Gul, S., & Yousaf, M. T. B. (2019). Evaluation of agroforestry carbon storage status and potential in irrigated plains of Pakistan. *Forests*, 10(8), 640.
 16. Zhu, X., Liu, W., Chen, J., Bruijnzeel, L. A., Mao, Z., Yang, X., ... & Jiang, X. J. (2020). Reductions in water, soil and nutrient losses and pesticide pollution in agroforestry practices: a review of evidence and processes. *Plant and Soil*, 453, 45-86.
 17. Zomer, R. J., Neufeldt, H., Xu, J., Ahrends, A., Bossio, D., Trabucco, A., Wang, M. (2016). Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Scientific reports*, 6(1), 29987.
 18. Zubair, M., & Garforth, C. (2006). Farm level tree planting in Pakistan: the role of farmers' perceptions and attitudes. *Agroforestry systems*, 66, 217-229.
 19. Zubair, M., Yasin, G., Qazlbash, S. K., Ul Haq, A., Jamil, A., Yaseen, M., Guo, W. (2022). Carbon Sequestration by Native Tree Species around the Industrial Areas of Southern Punjab, Pakistan. *Land*, 11(9), 1577.

https://enerpedia.net/index.php/Promjena_koncentracije_CO2_i_temperature

<https://turistickileksikon.com/suma-bambusa-sagano-oaza-mira-u-japanu/>

III Značaj lekovitih biljaka u održivoj poljoprivredi

dr Zorica Mrkonjić, docent

Sažetak: *Održiva poljoprivreda je ključna za očuvanje prirodnih resursa i biodiverziteta, jer smanjuje upotrebu hemikalija i optimizuje korišćenje vode i energije. Ona doprinosi dugoročnoj plodnosti tla i zdravlju ekosistema, istovremeno omogućavajući stabilnu proizvodnju hrane. Time se osigurava ekonomska i ekološka održivost za buduće generacije. Lekovite biljke igraju ključnu ulogu u održivoj poljoprivredi, jer doprinose očuvanju ekosistema i smanjenju upotrebe hemijskih serdstava. One prirodno odbijaju štetočine, poboljšavaju kvalitet tla, smanjuju eroziju i privlače korisne insekte poput oprašivača i predatora štetnih insekata. Biljke poput lavande, bosiljka i majčine dušice zahtevaju manje vode i mogu uspevati na marginalnim zemljištima, čime se štite prirodni resursi. Njihova komercijalna vrednost omogućava poljoprivrednicima da diversifikuju prihode, dok organski način gajenja doprinosi očuvanju biodiverziteta i smanjenju ugljeničnog otiska.*

Ključne reči: *održiva poljoprivreda, lavanda, bosiljak, kamilica, neven*

Uvod

Održiva poljoprivreda teži balansiranju ekonomskih, ekoloških i socijalnih aspekata, stvarajući dugoročno održiv sistem proizvodnje hrane. Ona se fokusira na očuvanje životne sredine i biodiverziteta, koristeći prirodne resurse na racionalan način. Za razliku od praksi poput monokulture i prekomerne upotrebe sintetičkih đubriva, koje su narušile kvalitet zemljišta i smanjile biodiverzitet, održiva poljoprivreda podstiče primenu prirodnih đubriva i ekološki prihvatljivih tehnika. Organska i biodinamička proizvodnja su primeri održivih sistema, a uprkos njihovom globalnom rastu, oni i dalje čine manji deo ukupne poljoprivredne proizvodnje. Korišćenje komercijalnih preparata u organskoj poljoprivredi povećava troškove i inpute, dok biodinamički preparati nude dugotrajne ekološke koristi, što zahteva dalja istraživanja kako bi se povećala njihova upotreba.

Lekovite biljke (Slika 1) mogu igrati važnu ulogu u održivoj poljoprivredi jer imaju višestruke ekološke i ekonomske prednosti.



Slika 1. Cvetni koridori u organskoj bašti

(<https://www.zdravasrbija.com/lat/Zemlja/Povrtarstvo/1994-Uloga-cvetnih-koridora.php>)

Njihova primena smanjuje potrebu za sintetičkim pesticidima i herbicidima, poboljšava biodiverzitet i može poboljšati zdravlje zemljišta i biljaka. U nastavku teksta biće dat pregled nekoliko lekovitih biljaka koje su korisne u održivoj poljoprivredi.

Neven (*Calendula officinalis* L.)



Slika 2. Biljke nevena u fazi cvetanja (<https://rulek.rs/kalendula>)

Neven (Slika 2) je jedna od najvažnijih biljaka u održivoj poljoprivredi zahvaljujući svom pozitivnom uticaju na zemljište, biljke, štetočine i opštu poljoprivrednu ekologiju. Ova biljka se koristi u različitim agroekološkim praksama kako bi se poboljšao kvalitet zemljišta, povećao biodiverzitet i smanjila potreba za hemijskim sredstvima.

Uloge nevena u održivoj poljoprivredi:

1. Prirodno sredstvo protiv štetočina:

Neven sadrži bioaktivne supstance poput saponina i flavonoida koje deluju odbijajuće na mnoge štetočine, uključujući nematode (sitni crvići koji mogu da oštete korenov sistem biljaka). Ova biljka može se saditi oko povrtnjaka ili useva kako bi delovala kao prirodni repelent, smanjujući potrebu za sintetičkim pesticidima.

2. Poboljšanje kvaliteta zemljišta:

Kada se neven koristi kao zeleni đubrivni pokrov ili u kombinaciji s kompostom, pomaže u obogaćivanju zemljišta organskim materijama, što poboljšava njegovu plodnost i strukturu. Takođe, podstiče razvoj korisnih mikroorganizama u tlu, koji igraju ključnu ulogu u obnavljanju zemljišta i ciklusu hranljivih materija.

3. Povećanje biodiverziteta:

Neven privlači korisne insekte poput pčela, leptira i osa, koji su važni za oprašivanje biljaka. Ova biljka takođe pruža sklonište predatorima koji se hrane štetnim insektima, poput bubamara i parazitskih osa, čime doprinosi ekološkoj ravnoteži u poljoprivrednim sistemima.

4. Interkulturalna sadnja:

Neven je izuzetno pogodan za međukulturalnu sadnju, jer njegovo prisustvo pomaže u suzbijanju štetočina koje napadaju susedne biljke. Na primer, može se saditi uz povrće poput paradajza, paprike, krompira i kupusa kako bi se smanjila pojava bolesti i insekata, dok istovremeno poboljšava opšte zdravlje useva.

5. Fitozaštitne osobine:

Neven ima snažna antifungalna i antibakterijska svojstva, pa se njegovi ekstrakti ili pripravci često koriste kao prirodno sredstvo za zaštitu biljaka od gljivičnih bolesti. Ovi pripravci mogu se koristiti u organskoj poljoprivredi umesto hemijskih fungicida.

6. Smanjenje erozije i očuvanje vlažnosti zemljišta:

Kada se neven sadi kao pokrovna biljka, njegova gusta i razgranata struktura korena pomaže u smanjenju erozije tla, a njegovi listovi i stabljike čuvaju vlagu u zemljištu. Ovo doprinosi očuvanju zemljišta, što je ključno za dugoročnu održivost poljoprivrednih površina.

7. Lekovita biljka u ekološkoj proizvodnji:

Neven se uzgaja i kao lekovita biljka, posebno u organskoj poljoprivredi. Njegova lekovita svojstva, uključujući antiinflamatorno i antibakterijsko delovanje, čine ga

traženim na tržištu prirodnih proizvoda, što može doneti dodatne prihode poljoprivrednicima koji se bave održivim praksama.

Kopriva (*Urtica dioica* L.)

Kopriva je biljka koja ima široku primenu u održivoj poljoprivredi, zahvaljujući svojim mnogobrojnim korisnim svojstvima. Iako se često smatra korovom, kopriva igra važnu ulogu u unapređenju plodnosti zemljišta, zaštiti biljaka i smanjenju zavisnosti od hemijskih sredstava u ekološkoj poljoprivredi.

Uloge koprive u održivoj poljoprivredi su:

1. Prirodno đubrivo (Slika 3) i poboljšivač tla:



Slika 3. Prirodno đubrivo od koprive

(<https://www.agromedia.rs/agro-teme/organska-proizvodnja/organsko-djubrivo-od-koprive-podstice-rast-biljaka/>)

Kopriva je bogata hranljivim materijama kao što su azot, kalijum, magnezijum, gvožđe i silicijum. Pripravak od koprive, poznat kao tečno đubrivo od koprive, koristi se za prihranu biljaka. Ovaj prirodni preparat poboljšava zdravlje biljaka, jača imunitet i pospešuje rast. Osim što obogaćuje zemljište, tečnost od koprive poboljšava aktivnost korisnih mikroorganizama u tlu.

2. Prirodna zaštita od štetočina i bolesti:

Kopriva se koristi kao prirodni insekticid i fungicid. Čaj od koprive se može prskati po biljkama kako bi se smanjio napad lisnih ušiju, grinja i drugih štetočina. Zbog visokog

sadržaja silicijuma, kopriva takođe pomaže u jačanju ćelijskih zidova biljaka, čineći ih otpornijim na napade bolesti, posebno gljivičnih infekcija.

3. Povećanje biodiverziteta:

Kopriva privlači korisne insekte, uključujući pčele, leptire i druge oprašivače, kao i predatore poput bubamara koje se hrane štetnim insektima. Na taj način, kopriva podržava ekološku ravnotežu na farmama i smanjuje potrebu za sintetičkim pesticidima.

4. Kompostiranje i poboljšanje kvaliteta komposta:

Kopriva se često dodaje u kompost zbog svog visokog sadržaja hranljivih materija. Ona ubrzava proces razgradnje organske materije, što dovodi do bogatijeg i kvalitetnijeg komposta. Kao rezultat, zemljište postaje plodnije i sposobno da podržava zdrav rast biljaka.

5. Zeleni pokrov i zaštita tla:

Kopriva može biti korišćena kao zeleni pokrov u cilju zaštite tla od erozije i očuvanja vlažnosti zemljišta. Kada se koristi na ovaj način, pomaže u smanjenju ispiranja hranljivih materija iz zemljišta, zadržavanju vode i zaštiti zemljišta od degradacije.

6. Interkulturalna sadnja:

Kopriva se može saditi u kombinaciji sa drugim biljkama u međukulturalnim sistemima. Njeno prisustvo može poboljšati opšte zdravlje useva i smanjiti potrebu za hemijskim tretmanima. Takođe, blizina koprive drugim biljkama može poboljšati njihovu otpornost na štetočine i bolesti.

7. Očuvanje korisnih insekata:

Kopriva je stanište za mnoge korisne insekte, poput leptira, koji se hrane njenim lišćem i na taj način doprinose očuvanju biodiverziteta na farmi. Prisutnost koprive pomaže u održavanju prirodne ekološke ravnoteže i smanjuje potrebu za korišćenjem pesticida koji mogu uništiti korisne vrste.

8. Prirodni lek u poljoprivredi:

Zbog svojih lekovitih svojstava, kopriva se koristi i u medicini i kozmetici, što omogućava poljoprivrednicima koji je uzgajaju da diverzifikuju svoje proizvode i prošire tržište. Kopriva je značajna biljka koja u velikoj meri doprinosi održivoj poljoprivredi. Njena upotreba kao prirodnog đubriva, zaštite biljaka i poboljšivača tla čini je dragocenim resursom za poljoprivrednike koji žele da smanje upotrebu hemikalija i promovišu ekološki prihvatljive prakse. Kroz podršku biodiverzitetu i regeneraciju zemljišta, kopriva igra ključnu ulogu u stvaranju otpornijih i održivijih poljoprivrednih sistema.

Bosiljak (*Ocimum basilicum* L.)

Bosiljak (Slika 4) je aromatična biljka koja se često koristi u održivoj poljoprivredi zbog svojih brojnih prednosti.



Slika 4. Bosiljak u fazi cvetanja

(<https://sr.wikipedia.org/sr/%D0%91%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%99%D0%B0%D0%BA>)

Nekoliko ključnih aspekata o ulozi bosiljka u održivom poljoprivrednom sistemu dato je u nastavku:

1. Prirodna zaštita biljaka

Bosiljak sadrži prirodne ulja, poput eugenola, koji imaju insekticidna svojstva. To znači da može pomoći u odbijanju štetočina poput komaraca, muva i drugih insekata, što smanjuje potrebu za sintetičkim pesticidima. Sadnja bosiljka pored drugih biljaka, kao što su paradajz i paprika, može poboljšati njihovu otpornost na štetočine.

2. Privlačenje korisnih insekata

Bosiljak privlači korisne insekte, poput pčela i drugih oprašivača, koji su od suštinskog značaja za povećanje prinosa u mnogim kulturama. Takođe privlači predatore koji se hrane štetnim insektima, poput bubamara koje jedu lisne vaši.

3. Poboljšanje plodnosti tla

Bosiljak može doprineti zdravlju tla. Njegovi ostaci nakon berbe, kada se koriste kao organski malč ili kompost, bogate zemljište hranljivim materijama i pomažu u

održavanju ravnoteže mikroorganizama. Ovo omogućava smanjenje upotrebe hemijskih đubriva i održava plodnost tla.

4. Interkroping (mešovite kulture)

Sadnja bosiljka zajedno sa drugim usevima, kao deo strategije interkropinga, omogućava bolju iskorišćenost resursa kao što su voda, hranljive materije i svetlost. Ovo smanjuje potrebu za dodatnim navodnjavanjem i đubrenjem, što doprinosi očuvanju resursa i smanjenju negativnih uticaja na životnu sredinu.

5. Ekonomičnost i diversifikacija prihoda

Bosiljak se može uzgajati u različitim agroklimatskim uslovima, a njegova komercijalna vrednost je visoka. Održivi proizvođači mogu da diversifikuju svoje prihode prodajom bosiljka kao sveže biljke, osušene trave, ulja ili semena. To pomaže u smanjenju rizika i povećanju ekonomske stabilnosti malih poljoprivrednika.

6. Niska potrošnja vode

Bosiljak je relativno otporan na sušu, što znači da zahteva manje vode u poređenju sa mnogim drugim usevima. Ova karakteristika je naročito korisna u područjima sa ograničenim pristupom vodi i doprinosi očuvanju vodenih resursa.

Lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.)

Lavanda je višegodišnja biljka poznata po svojoj aromi, medicinskim svojstvima i otpornosti na sušne uslove, zbog čega je idealna za održivu poljoprivredu. Njena upotreba u ekološkim sistemima može doprineti očuvanju resursa i smanjenju negativnih uticaja na okolinu. Nekoliko ključnih aspekata lavande u održivoj poljoprivredi dato je u nastavku:

1. Niska potrošnja vode i otpornost na sušu

Lavanda je izuzetno otporna biljka koja uspeva i na suvim, kamenitim zemljištima sa malo vode. To je čini savršenom za područja sa ograničenim resursima, jer smanjuje potrebu za navodnjavanjem i pomaže u očuvanju vodenih resursa. Ova otpornost omogućava poljoprivrednicima da smanje potrošnju vode i održavaju proizvodnju čak i u teškim klimatskim uslovima.

2. Biodiverzitet i zaštita tla

Lavanda pomaže u sprečavanju erozije tla, naročito na nagnutim terenima. Njeni koreni stabilizuju tlo i smanjuju gubitak hranljivih materija, čime se poboljšava kvalitet

zemljišta na duži rok. Pored toga, lavanda doprinosi biodiverzitetu, privlačeći pčele, leptire i druge korisne insekte, koji su ključni za oprašivanje u agroekosistemima.

3. Organska proizvodnja i smanjenje upotrebe hemikalija

Lavanda ne zahteva intenzivnu upotrebu pesticida ili sintetičkih đubriva, što je čini pogodnom za organsku poljoprivredu. Njen prirodni otpor prema mnogim štetočinama i bolestima smanjuje potrebu za hemijskim tretmanima, čime se čuva zdravlje tla, vode i biodiverziteta. Takođe, lavandino ulje se koristi kao prirodni repelent protiv insekata.

4. Ekonomičnost i održivi prihodi

Lavanda ima visoku komercijalnu vrednost, jer se koristi u kozmetičkoj industriji (Slika 5), aromaterapiji, farmaciji i gastronomiji. Proizvodnja lavandinog ulja, sušenih cvetova, sapuna i drugih proizvoda omogućava poljoprivrednicima da diversifikuju svoje prihode. Ovaj model održive proizvodnje omogućava dugoročnu ekonomski stabilnu poljoprivredu.



Slika 5. Ulje lavande (<https://www.agromedia.rs/agro-teme/ukrasno-i-lekovito-bilje/7-saveta-kako-da-upotrebite-lavandu-na-najbolji-nacin/>)

5. Mogućnost rotacije i interkropinga

Lavanda se može uspešno kombinovati s drugim kulturama u strategijama rotacije i interkropinga. Njeno prisustvo može poboljšati mikroklimatske uslove i pomoći u kontroli štetočina na poljima gde se uzgajaju osetljiviji usevi. Kombinovanje lavande sa usevima koji zahtevaju više vode može smanjiti ukupnu potrošnju vode, dok lavanda doprinosi zdravlju zemljišta.

6. Ekološka stabilnost i smanjenje ugljeničnog otiska

Zbog dugog životnog ciklusa i minimalnih potreba za obradom tla, gajenje lavande smanjuje emisije ugljen-dioksida povezane sa mašinskom obradom i hemijskim tretmanima. Održiva poljoprivreda lavande može doprineti ublažavanju klimatskih promena smanjenjem ugljeničnog otiska.

7. Očuvanje prirodnih staništa

Gajenje lavande često se sprovodi na marginalnim zemljištima koja nisu pogodna za intenzivnu poljoprivredu. Time se smanjuje pritisak na plodna zemljišta i omogućava očuvanje prirodnih staništa i ekosistema.

Kamilica (*Matricaria chamomilla* L.)

Kamilica (Slika 6) igra značajnu ulogu u održivoj poljoprivredi zbog svojih mnogobrojnih koristi za tlo, biljke i ekosistem u celini.



Slika 6. Usev kamilice u Institutu za lekovito bilje “Josif Pančić” (<https://www.mocbilja.rs/kamilica-matricaria-chamomilla-l/>)

Njena upotreba ne samo da poboljšava kvalitet zemljišta i biodiverzitet, već takođe smanjuje potrebu za sintetičkim pesticidima i đubrivima, što doprinosi očuvanju prirodnih resursa i smanjenju negativnog uticaja poljoprivredne prakse na okolinu.

Ključne uloge kamilice u održivoj poljoprivredi:

1. Prirodno sredstvo za zaštitu bilja:

Kamilica sadrži prirodne spojeve, poput flavonoida i etarskog ulja, koji imaju antibakterijska, antifungalna i insekticidna svojstva. Čaj ili ekstrakt od kamilice može se

koristiti kao prirodni pesticid za zaštitu biljaka od štetočina i bolesti, bez negativnog uticaja na korisne organizme ili tlo.

2. Poboljšanje kvaliteta zemljišta:

Kamilica deluje kao prirodni „popravljač“ zemljišta. Njeno organsko otpadno tkivo (ostaci biljke nakon berbe) obogaćuje tlo hranljivim materijama kada se koristi kao zeleni đubrivni pokrov ili u kompostu. Time se povećava plodnost tla, podržava zdrava mikrobiološka aktivnost i poboljšava struktura zemljišta.

3. Povećanje biodiverziteta:

Kamilica privlači korisne insekte, poput pčela i drugih oprašivača, koji su ključni za održanje biodiverziteta. Prisustvo kamilice na njivi može poboljšati oprašivanje susednih biljaka, povećavajući tako prinos i zdravlje useva.

4. Interkulturalna sadnja:

Kamilica se može saditi kao deo međukulturalnih sistema, gde se kombinuje sa drugim biljkama kako bi se stvorila uravnotežena mikroklima i prirodna zaštita od štetočina. Njena prisutnost može pomoći u smanjenju konkurencije za resurse kao što su voda i hranljive materije.

5. Lekovito bilje u održivoj ekonomiji:

Kao lekovita biljka, kamilica ima značajnu tržišnu vrednost u ekološkoj poljoprivredi. Organski uzgoj kamilice omogućava proizvođačima da ponude visokokvalitetne proizvode na tržištu, čime se promoviše održivi pristup poljoprivredi i ekonomska održivost malih poljoprivrednih gazdinstava.

6. Regenerativna poljoprivreda:

U regenerativnim poljoprivrednim praksama, koje su usmerene na obnavljanje zemljišta i ekosistema, kamilica se koristi zbog svoje sposobnosti da stimuliše mikrobiološki život u tlu, poboljša zadržavanje vlage i smanji eroziju.

Majčina dušica (*Thymus serpyllum* L.)

Majčina dušica (Slika 7) je višegodišnja biljka poznata po svojim lekovitim svojstvima i otpornosti, što je čini izuzetno pogodnom za održivu poljoprivredu



Slika 7. Biljka majčine dušice u fazi rasada (<https://rasadnikmalivrt.rs/product--majcina-dusica#group>)

Kao biljka sa niskim zahtevima za resursima, ona doprinosi očuvanju ekosistema i unapređenju agroekoloških sistema. Nekoliko ključnih aspekata majčine dušice u održivoj poljoprivredi dato je u nastavku:

1. Otpornost na sušu i niska potrošnja vode

Majčina dušica je vrlo otporna na sušne uslove i može uspevati na zemljištima sa niskim sadržajem vlage. Ova karakteristika je čini idealnom za uzgoj u područjima sa ograničenim pristupom vodi, čime se smanjuje potreba za navodnjavanjem i očuvanje vodenih resursa postaje jednostavnije. Ovo je posebno važno u održivoj poljoprivredi, gde je smanjenje potrošnje vode ključno.

2. Zaštita tla i biodiverzitet

Majčina dušica pomaže u očuvanju strukture i kvaliteta tla. Njeni gusti koreni sprečavaju eroziju, posebno na brdovitim i suvim terenima. Sadnja majčine dušice može pomoći u stabilizaciji tla i očuvanju organskih materija. Takođe, majčina dušica privlači korisne insekte poput pčela i drugih oprašivača, što doprinosi biodiverzitetu i zdravlju agroekosistema.

3. Prirodna kontrola štetočina

Majčina dušica sadrži eterična ulja koja imaju insekticidna i fungicidna svojstva. Njeno prisustvo na poljima može pomoći u prirodnoj kontroli štetočina i smanjenju potrebe za sintetičkim pesticidima, što je važno za održive prakse u poljoprivredi.

Poljoprivrednici često sade majčinu dušicu pored povrća kako bi odbili štetne insekte poput gusenica i lisnih vaši.

4. Rotacija useva i interkroping

Majčina dušica se može koristiti u sistemima rotacije useva ili interkropinga, što doprinosi očuvanju zemljišta i smanjenju štetočina. Na primer, može se saditi pored povrća ili vinove loze kako bi zaštitila glavne kulture od štetnih insekata, dok istovremeno poboljšava plodnost tla.

5. Organska poljoprivreda

Zbog svoje otpornosti i minimalnih zahteva za hemijskim tretmanima, majčina dušica se široko koristi u organskoj poljoprivredi. Njeno gajenje bez pesticida i veštačkih đubriva doprinosi zdravlju zemljišta i očuvanju ekosistema, dok pruža visokokvalitetne proizvode koji zadovoljavaju standarde organske proizvodnje.

6. Visoka komercijalna vrednost

Majčina dušica ima brojne primene, uključujući kulinarstvo, medicinu, kozmetiku i proizvodnju eteričnih ulja. Poljoprivrednici mogu ostvariti diversifikovane prihode prodajom sušene biljke, ulja, čajeva i drugih proizvoda. Ova ekonomska održivost doprinosi stabilnosti malih poljoprivrednih gazdinstava i smanjuje rizike povezane sa monokulturnim sistemima.

7. Očuvanje zemljišta i prirodnih resursa

Majčina dušica se često uzgaja na marginalnim zemljištima koja nisu pogodna za intenzivnu poljoprivredu. Time se smanjuje pritisak na plodna zemljišta, a istovremeno se koristi potencijal manje plodnih područja za održivu proizvodnju.

8. Ekološke koristi

Zbog svog dugog životnog ciklusa i minimalne potrebe za obradom tla, majčina dušica smanjuje emisije gasova sa efektom staklene bašte, što je važno u kontekstu klimatskih promena. Njeno gajenje doprinosi smanjenju ugljeničnog otiska, naročito kada se uzgaja na ekološki prihvatljiv način.

Literatura

1. Smith, B., & Johnson, L. (2019). The Role of *Calendula officinalis* in Sustainable Agriculture: Enhancing Soil Health and Biodiversity. *Journal of Sustainable Farming*, 12(3), 45-60.
2. Haghighi, M., & Ghorbani, R. (2020). *Urtica dioica* (Stinging Nettle) as a Sustainable Agricultural Practice: Enhancing Soil Fertility and Pest Management. *Sustainable Agriculture Reviews*, 38(2), 113-129.
3. Wills, A., & Roberts, P. (2021). *Lavandula angustifolia* and Its Role in Sustainable Agriculture: Benefits for Soil Health and Pest Management. *Agricultural Sustainability Journal*, 15(4), 239-254.
4. Miller, T., & Green, J. (2022). The Contribution of *Ocimum basilicum* to Sustainable Agricultural Practices: Enhancing Pest Control and Soil Health. *Journal of Eco-Friendly Agriculture*, 18(1), 75-89.
5. Khan, M., & Singh, R. (2023). *Matricaria chamomilla* in Sustainable Agriculture: Enhancing Soil Fertility and Biodiversity. *Sustainable Agriculture and Environmental Management*, 20(2), 102-118.
6. Parker, L., & Evans, D. (2021). *Thymus serpyllum*: Utilizing Wild Thyme in Sustainable Agricultural Systems for Soil Health and Pest Management. *Journal of Sustainable Agriculture Practices*, 14(3), 165-180.

<https://www.zdravasrbija.com/lat/Zemlja/Povrtarstvo/1994-Uloga-cvetnih-koridora.php>

<https://rulek.rs/kalendula/>

<https://www.agromedia.rs/agro-teme/organska-proizvodnja/organsko-djubrivo-od-koprive-podstice-rast-biljaka/>

<https://sr.wikipedia.org/sr/%D0%91%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%99%D0%B0%D0%BA>

<https://www.agromedia.rs/agro-teme/ukrasno-i-lekovito-bilje/7-saveta-kakoda-upotrebite-lavandu-na-najbolji-nacin/>

<https://www.mocbilja.rs/kamilica-matricaria-chamomilla-l/>

<https://rasadnikmalivrt.rs/product--majcina-dusica#group>

