



Mesto i uloga združivanja useva u održivoj poljoprivredi

Marjana Vasiljević^{a*}, Svetlana Vujić^b, Đorđe Krstić^b, Branko Čupina^b, Bojan Vojnov^b, Klara Petković^b, Srđan Šeremešić^b

^aInstitut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

^bUniverzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

*Autor za kontakt: marjana.vasiljevic@ifvns.ns.ac.rs

SAŽETAK

U održivim sistemima poljoprivredne proizvodnje veoma važno mesto zauzima zasnivanje združenih useva kojima se omogućava efikasnije korišćenje zemljišnih resursa, odnosno povećava produktivnost po jedinici površine. Svrha združivanja useva ogleda se u stvaranju korisnih bioloških interakcija između useva koji utiču na povećanje prinosa biomase i zrna. Na uvođenje združenih useva utiče nekoliko faktora, pre svega izbor kompatibilnih useva, gustina, vreme i način setve, zatim agroekološki uslovi područja, kao i potreba i mogućnosti poljoprivrednih proizvođača za uvođenje novina u dosadašnju proizvodnju. Cilj ovog rada je da se predstavi značaj i metode združivanja useva u ratarskoj proizvodnji i koje su prednosti i nedostaci primene združene setve u praksi.

KLJUČNE REČI: združena setva, održiva poljoprivreda, LER, RYT

Uvod

Kao posledica neadekvatnog upravljanja raspoloživim resursima u poljoprivredi došlo je do pojave problema poput, zagađenja zemljišta, vazduha, vode i smanjenja biodiverziteta (Praća i sar., 2017). Da bi se suprotstavili problemima i izazovima koji se javljaju u intenzivnoj poljoprivredi, budući proizvodni sistemi bi trebali da budu održivi sa ekološkog, ekonomskog i socijalnog aspekta i da uključe konkretne mere (Schulz et al., 2020). Zasnivanje združenih, pokrovnih, odnosno međuuseva u širem značenju ima izrazito važnu ulogu u diverzifikaciji sistema ratarenja i predstavljaju neizostavnu meru u održivim sistemima gajenja. Jedna od metoda za prelazak na održivu poljoprivredu sa aspekta zaštite životne sredine je primena združene setve (Raei et al., 2015). Združivanje predstavlja šemu setve koja može da koristi zemljišne i ostale resurse efikasnije i koja uspostavlja sigurnost u proizvodnji hrane i održivi razvoj u poljoprivredi (Lithourgidis et al., 2011, Regehr et al., 2015). Uvođenjem združene setve (intercropping) povećava se broj vrsta koje istovremeno zauzimaju određeni vegetacioni prostor što dovodi do efikasnijeg korišćenja oraničnih površina uz racionalno korišćenje resursa. Pored toga, združivanje useva direktno ili indirektno doprinosi očuvanju fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta, smanjenju erozije, smanjenju upotrebe pesticida, očuvanju kvaliteta vode i zaštiti životne sredine. Uzimajući u obzir kontinuirani gubitak biodiverziteta (Norris, 2008), združivanjem useva se povećava biološki diverzitet datog agroekosistema, a time i efikasnost gajenja biljaka (Manojlović, 2008). Jedan od ključnih razloga za združenu setvu je povećanje produktivnosti po jedinici površine (Seran and Brintha, 2010). Međutim, koristi od združene setve mogu varirati u širokom intervalu i zavise od konkretnih agroekoloških uslova proizvodnje (Čupina i sar., 2004). Najznačajnije promene odnose se na ekološke promene, odnosno približavanje prirodnim ekosistemima koji su stabilni i samoodrživi, gde združivanje useva zauzima veoma važno mesto (Dolijanović i sar., 2008). Glavni koncept združivanja useva je povećanje ukupne produktivnosti po jedinici površine uz efikasnije korišćenje zemljišnih resursa, proizvodnih inputa i raspoložive radne snage (Kheroar and Patra, 2013). Jedan od osnovnih razloga za združivanje useva u ratarstvu, jeste stabilnost proizvodnje i pokušaj oponašanja strukture i stabilnosti prirodnih ekosistema pogotovo u regionima gde postoje visoki rizici u proizvodnji (Oljača i Dolijanović, 2013). Združivanje useva podrazumeva istovremeno gajenje najmanje dve vrste useva u neposrednoj blizini u isto vreme, što dovodi do međusobnih interakcija i raznovrsnosti useva u strukturi setve (Li et al., 2014). Svrha združivanja useva je stvaranje korisnih bioloških interakcija između useva što dovodi do stabilnosti proizvodnje i povećanja prinosa biomase i zrna (Haugaard-Nielsen et al., 2003). Združeni usevi omogućavaju pokrivenost zemljišta tokom cele godine ili na duži period u odnosu na gajenje čistog useva, a sve u cilju čuvanja zemljišne vlage, sprečavanje pojave pokorice i erozije (Gebu, 2015). Nekoliko faktora utiče na razvoj ovog sistema kao što su izbor kompatibilnih useva, dužina vegetacionog perioda, gustina i vreme setve, kao i agroekoloških uslova datog proizvodnog područja. Združivanje useva u ratarskoj proizvodnji pruža velike mogućnosti kako u pogledu očuvanja plodnosti

zemljišta, efikasnosti plodoreda, povećanju bioraznolikosti, tako i u povećanju prinosa zrna i dobijanju biomase visoke hranljive vrednosti.

Osnove združivanja useva

Princip združivanja useva polazi od činjenice da je interspecijska kompeticija često manja nego intraspecijska (Vandermeer, 2011). Polazna osnova pri združivanju se zasniva na kombinovanju useva koji imaju različite zahteve prema uslovima spoljašnje sredine, vrste sa različitim morfološkim karakteristikama, biljke sa uspravnim i polegnutim stablom, zatim biljke sa različitom razvijenošću korena, listova, kao i usevi koji potiču iz različitih familija kako bi se izbegli napadi štetočina i pojava zajedničkih bolesti. Povećanje produktivnosti po jedinici površine, smanjenje konkurencije od strane korovskih vrsta su samo neke od prednosti uvođenja združene setve (Dolijanović et al., 2008). U istraživanju Li et al. (2020) ističu da je pri strategiji zasnivanja združenih useva uočen je visok prinos jednog i nizak prinos drugog useva, ali je došlo do uštede od 16 do 29% površina zemljišta u odnosu na gajenje useva pojedinačno. Takođe, zabeleženo je smanjenje upotrebe đubriva od 19 do 36% u poređenju sa čistim usevom, koji je imao iste proizvodne uslove kao i združeni usev. Ovo potvrđuju i istraživanja Banik et al. (2005) kada je prinos leguminoze bio značajno smanjen u odnosu na prinos strnih žita u združenoj setvi. Međutim, u navedenom istraživanju ukupna produktivnost i efikasnost korišćenja zemljišta bili su viši u združenoj setvi u poređenju sa gajenjem čistih useva obe vrste, uz smanjenje brojnosti korovskih vrsta u združenom usevu. Gajenjem združenih useva povećava se produktivnost, što je posledica efikasnijeg iskorišćavanja vode i mineralnih materija iz različitih slojeva zemljišta, usled razlika u masi i razvijenosti korenovog sistema odabranih biljnih vrsta. U združenoj setvi biljne vrste zbog razlika u visini i razlika u potrebi prema osnovnim faktorima rasta i razvika različito koriste hranljive materije, vodu, svetlost u datim agroekološkim uslovima gajenja.

Metodi združivanja i prostorni raspored vrsta u združenom usevu

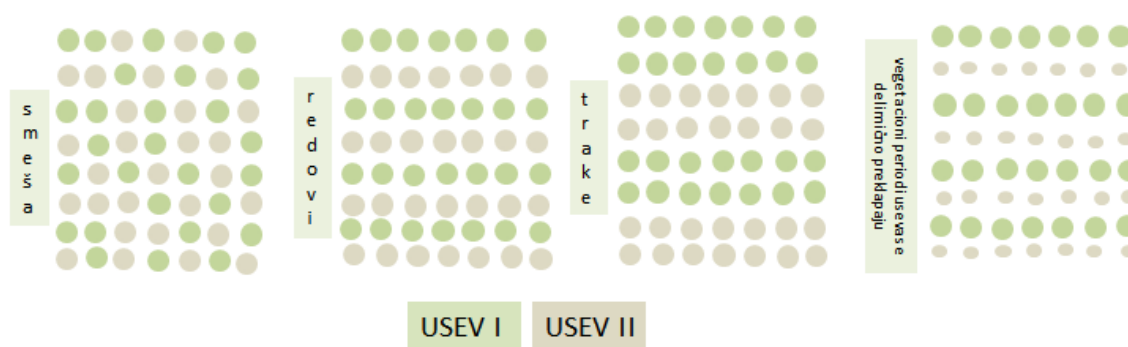
Pri odluci koji metod združivanja primeniti na prvom mestu je neophodno odrediti svrhu i cilj date proizvodnje, načina gajenja, vremena setve. Da bi se postigli visoki prinosi pri združenoj setvi, veoma je značajno odabrati najpovoljniji oblik i veličinu vegetacionog prostora, pri kome će kompetitivni interspecijski (između različitih vrsta) i intraspecijski (unutar jedne vrste) odnosi biti svedeni na najmanju moguću meru (Dolijanović i Kovačević, 2004; Dolijanović i sar., 2005). Razlikujemo aditivni (additive series) i supstitutivni (replacement series) metod združivanja. Kada je u pitanju setva u trake ili redove najčešće se u praksi primenjuje aditivni metod združivanja, kod kog neće doći do interspecijske kompeticije, dok je kod smeša najzastupljeniji supstitutivni metod. Supstitutivni metod podrazumeva onaj kada su oba useva ravnopravna, jedna vrsta se zamenjuje određenim brojem jedinki druge biljne vrste (Oljača i Dolijanović, 2013). Ukoliko se poredi odnosi između dve vrste supstitutivni metod bi bio pravi izbor. Prostorni raspored je podeljen u četiri grupe (Vandermeer, 1992; Ofori and Stern, 1987), te je združena setva moguća u istom redu, u naizmeničnim redovima, trakama, u vidu smeše useva, kao i u združivanju biljnih vrsta čiji se vegetacioni periodi delimično preklapaju (Šema 1).

Združena setva u vidu smeše useva (mixed intercropping) podrazumeva gajenje dva ili više useva istovremeno bez jasnog rasporeda redova (Slika 1). Ukoliko usevi nisu odvojeni ni vremenski, a ni prostorno, mogu da se gaje istovremeno u zajedničkim redovima i to tako što se združuju mešanjem semena i setva se obavlja u istom redu. Ovaj vid združivanja može biti pogodan za travno-leguminozne useve pri zasnivanju pašnjaka. Kada su u pitanju smeše poželjno je odabrati takav odnos useva u smeši koji obezbeđuje dobijanje zadovoljavajućeg prinosa uz najmanje izražene odnose konkurencije. Prema istraživanjima Čupina et al. (2017) smeše, posebno leguminoza sa strnim žitima, pokazale su se kao veoma efikasan sistem proizvodnje ozimih međuseva, jer se žitarice i jednogodišnje leguminoze veoma dobro nadopunjuju (Slika 1).



Slika 1. Smeša krmnog graška i ovsa (izvor: original autora)

- (1) Združena setva u redove (row intercropping) podrazumeva gajenje dva ili više useva istovremeno, jedna biljna vrsta se seje u jednom, a druga u drugom redu, ili obe biljne vrste u istom redu. Združivanje useva u istom redu je moguće samo za useve koji su približne konkurentne sposobnosti. Kada se usevi seju u isto vreme, a prostorno imaju različite zahteve, svaka vrsta se seje u svoj poseban red.
- (2) Združena setva u trake (strip intercropping) podrazumeva gajenje dva ili više useva istovremeno u različitim trakama dovoljno širokim da je moguće izvođenje međuredne kultivacije, ali dovoljno blizu da može da se iskaže interakcija. Prema istraživanjima Malidže i sar. (2020) način setve dva useva u naizmenične trake lako je izvodljiv, koji omogućava adekvatno sprovođenje agrotehničkih mera, od hemijskog i mehaničkog suzbijanje korova do mehanizovane žetve. Setva u trake je u širokoj primeni u aridnim i semiaridnim regionima zbog efikasnog korišćenja raspoloživih resursa (Yin et al., 2020).
- (3) Tip združene setve kada se vegetacija useva delimično preklapa (relay intercropping). Kod ovog tipa združivanja setva i žetva se obavljaju odvojeno, odnosno vegetacija im se preklapa samo u jednom periodu. Drugi usev se najčešće seje nakon što prvi dostigne reproduktivnu fazu. Relay intercropping je u upotrebi širom sveta zbog velikog potencijala korišćenja raspoloživih resursa (Chen et al., 2017). U sistemima relay intercropping-a usevi su u različitim fazama rasta, a time je konkurencija za raspoložive resurse manja (Ali et al., 2019).



Šema 1. Prostorni raspored u združenom usevu (original autora)

Svaki od ovih prostornih rasporeda ima svoje prednosti i nedostatke. Naime, raspored u trake ili redove su prihvatljiviji u smislu objašnjenja interspecijske kompeticije. Pri združivanju u trake samo prve redove tih traka treba posmatrati kao združeni usev, dok se ostali redovi, odnosno redovi u unutrašnjosti posmatraju kao čist usev (Oljača i Dolijanović, 2013). Ovo se tehnički prevazilazi tako što se smanjuje broj redova u trakama, kao i putem smanjenja međurednog razmaka. Glavna prednost kod združivanja u trake je ta da je moguće potpuno mehanizovano sprovođenje agrotehničkih mera, počev od setve, preko mera nege u toku vegetacije, pa sve do žetve. Iako se u praksi retko sreće,

moguće je združivanje različitih sorti jedne iste vrste, ali svakako pri izboru treba obratiti pažnju na dužinu vegetacije odabranih sorti biljne vrste. Različite sorte ne samo da imaju drugačije potrebe u hranivima, već imaju i različitu sposobnost bočnog grananja, visinu i prostor koji zauzimaju, a imaju i različitu otpornost na bolesti i štetočine.

Izbor biljnih vrsta za združenu setvu

Izbor useva za združivanje i uspeh ovog sistema gajenja zavisi od klimatskih uslova proizvodnog područja, tipa zemljišta, načina združivanja, vremena setve i cilja njihovog zasnivanja. U ratarskoj proizvodnji najčešće se združuju biljne vrste iz sledećih familija: Fabaceae, Brassicaceae i Poaceae. Biraju se usevi koji se razlikuju po potrebama, konkurentnoj sposobnosti, ali i u vremenu setve, kao i vegetacionom prostoru koji zauzimaju. Od suštinskog značaja za efikasnost združene setve je i odluka o vremenu setve, pri kojoj gustini i po kom metodu (Lithourgidis et al., 2011). Takođe, potrebno je poznavanje morfologije biljaka i stepen njihove tolerantnosti na zasenjivanje (Valladares and Niinemets, 2008). Poznavanje osobina biljaka i njihove reakcije na zasenjivanje može se koristiti kao osnova za odabir ne samo biljnih vrsta, već i sorti koje će se združivati (Li et al., 2010; Wang et al., 2015). Nakon izbora biljnih vrsta, donosi se odluka o prostornom rasporedu, kao i o gustini setve s obzirom na to da će se združeni usevi gajiti na istoj površini. Ovo je u skladu sa navodima Simić et al. (2018) da pri združivanju treba razmotriti prostorni raspored, gustinu setve, kao i vreme sazrevanja. Većina istraživanja u kojima se ispituje efekat združenih useva uključuju leguminoze, s ciljem da se obezbedi što produktivniji, a ujedno i održiviji proizvodni sistem (Ofori and Stern, 1987; Jensen, 1996). Združena setva useva koji imaju sposobnost biološke fiksacije azota sa onima koji je nemaju, rezultiraju u povećanoj produktivnosti u odnosu na gajenje čistog useva (Seran and Brintha, 2009). Kada su u pitanju biljne vrste iz familije Poaceae njihov korenov sistem je sposoban da usvoji azot i na taj način spreči njegovo ispiranje (Čupina et al., 2007).

Prema Lithourgidis et al. (2011) združivanjem useva se poboljšava plodnost zemljišta i fiksira atmosferski azot ukoliko se seju leguminoze. Ukoliko se združuju usevi u cilju poboljšanje strukture zemljišta zasnivaju se travno-leguminozne smeše. Takođe, smeše leguminoza i trava imaju potencijal da povećaju produktivnost, nutritivnu vrednost stočne hrane uz efikasnosnu upotrebu resursa (Peyraud et al. 2009). Takođe, učešće leguminoza u strukturi setve (detelina, lucerka, grahorica, grašak, pasulj ili soja) je poželjno ako je namera da se poveća sadržaj azota za naredni usev. Leguminoze u združenoj setvi mogu povećati prinose drugih useva i time obezbediti ekonomske koristi (Mucheru-Munu et al., 2010). Leguminoze zbog sposobnosti vezivanja azota putem kvržičnih bakterija na korenu zauzimaju važno mesto u združenoj setvi sa strnim i prosolikim žitima (Betencourt et al., 2012), jer biljke iz familije Poaceae mogu da iskoriste ovaj azot i tako povećaju prinos zrna. Pored toga, izbor leguminoze jeste veoma važan faktor koji značajno utiče na prinos i kvalitet krme kada se leguminoze gaje u združenom usevu sa strnim žitima (Blagojević, 2018). Tehnologija gajenja združenih useva grahorice ili graška sa strnim žitima u cilju proizvodnje biomase prihvaćena je na mnogim farmama Srbije (Đorđević i sar, 2010). Združena setva krmnog graška sa ovsem u prolećnoj setvi daje veći prinos zrna u poređenju sa združivanjem sa pšenicom, ječmom i tritikaleom (Kadziulienė et al., 2009). Združena setva strnih žita sa leguminozama obezbeđuje mnoge prednosti, kao što su viši prinos (Čupina i sar., 2006), bolja iskoristivost proizvodne površine (Dhima et al., 2007), stabilnost proizvodnje (Lithourgidis et al., 2006), efikasnija upotreba vode, hraniva i svetlosti (Brooker et al., 2015). Na osnovu višegodišnjih istraživanja, a vezanih za načine združivanja kombinacija žitarica i leguminoza, predstavljaju značajno pouzdaniji i stabilniji način proizvodnje u odnosu na čiste useve (Raseduzzaman and Jensen, 2017). U združenoj setvi kukuruza i leguminoza, dolazi do povećanja prinosa kukuruza, zbog toga što u ovoj strukturi setve kukuruz koristi hraniva iz različitih slojeva zemljišta, posebno pri kraju vegetativne faze, kao i tokom generativne faze rasta (Kheroar and Patra, 2013). U združenom usevu kukuruza i soje postoji jaka konkurencija za svetlost (Keating and Carberry, 1993; Gao et al., 2010). Pored leguminoza, kukuruz se združuje i sa strnim žitima poput pšenice, ali i biljnim vrstama iz familija Brassicaceae i Cucurbitaceae (Seran and Brintha, 2010; Ali et al., 2015). Združivanje kukuruza i pasulja je opravdano iz više razloga, kukuruz stvara povoljnu mikroklimu za rast i razvoj pasulja, a pasulj obezbeđuje dodatne količine azota simbiotskom azotofiksacijom koje su dostupne kukuruzu (Malidža et al., 2020). Združeni usev pasulja i kukuruza (Slika 2.) zasniva se setvom u naizmenične redove ili setvom kukuruza i pasulja u istom redu (Vasić et al., 2017; Vasić, 2018). Takođe, povoljna kombinacija je kukuruz i tikve, pre svega što tikva može da podnese zasenjivanje (Momirović et al., 2015).



Slika 2. Združena setva kukuruza i pasulja
(izvor: dr Goran Malidža, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad)

Kao što je prethodno navedeno, leguminoze i žitarice u združenoj setvi su dobar izbor zbog vezivanja azota putem simbiotske fiksacije od strane leguminoza i povećanja usvajanja azota od strane žitarica (Latati et al., 2013). Prednost leguminoza koje se koriste za proizvodnju krme je ta što u združenoj setvi povećavaju sadržaj proteina u obroku, u poređenju sa pojedinačno posejanim usevima, je potvrđena i u kombinaciji bob - pšenica, soja - pšenica, vigna - kukuruz (Li et al., 2005; Dahmardeh et al., 2010). Jedan od razloga povećanja prinosa žitarica je povećana dostupnost azota (Connolly et al., 2001). Združeni usev u trakama kukuruz – soja – sirak za zrno može biti alternativa gajenja ovih vrsta pojedinačno, a ujedno i u cilju smanjenja erozije na datoj površini (Lesoing et al., 1999). Veći prinos kukuruza i vigne zabeležen je kod združenog useva u odnosu na redovnu setvu (Kimou et al., 2017). Pored navedenih pogodnosti, žita smanjuju poleganje leguminoza čineći im oslonac. Takođe, u poređenju sa združenom setvom jednogodišnjih mahunarki sa žitaricama za proizvodnju stočne hrane, združena setva dve vrste jednogodišnjih mahunarki obezbeđuje proizvođačima kvalitetnu stočnu hranu i zrno bogatije proteinima (Mikić et al., 2013). Najčešći primeri združenih useva u našim agroekološkim uslovima su kukuruz - soja, kukuruz - pasulj, ovas - stočni grašak, ovas - grahorica. Usevi čija se setva i žetva (berba) obavljaju u različito vreme, su sledeći: jari ječam - crvena detelina, kukuruz - tikva, kukuruz - pasulj, kukuruz - stočna repa itd. U našim agroekološkim uslovima sve je atraktivnija združena setva kukuruza sa lucerkom, a postoje i primeri u Nemačkoj da se kukuruz združuje sa biljnim vrstama kao što je kokotac što može da ima pozitivan efekat na životnu sredinu i da promoviše raznovrsnost biljnih vrsta u datom agroekosistemu (Schulz et al., 2020).

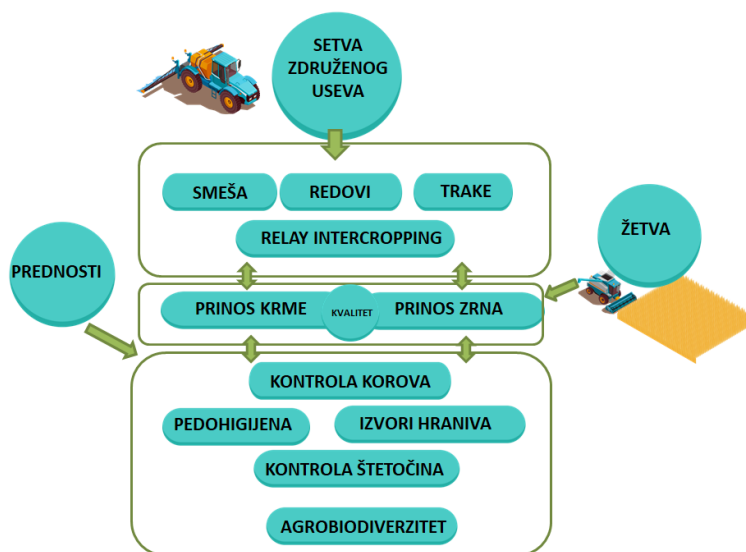
Ocena efikasnosti u združenim usevima

Poljoprivredni proizvođači uglavnom donose odluke o tehnologiji koju će primenjivati na osnovu troškova, rizika u proizvodnji i potencijalno ostvarenog profita (Seran and Brintha, 2010). Proizvođači širom sveta primenjuju združenu setvu i ona trenutno privlači pažnju zbog viših prinosa, smanjenih ulaganja u proizvodnji (primena manjih količina ili izostavljanje azotnih đubriva), kao i zbog boljeg korišćenja proizvodnih površina (Yu et al., 2015). Sve navedeno je polazna osnova naučnicima da istražuju i ponude praktična rešenja pri združivanju, ali i da ocene efikasnost združenih useva. U cilju da se proizvođačima ponudi tehnologija koja bi jasno predstavila efikasnost združivanja, potrebno je poznavanje i izračunavanje indeksa kojim se obračunava ocena efikasnosti združenih useva. Uvođenjem i obračunavanjem indeksa LER (land equivalent ratio) ili RYT (relative yield total) mogu se dobiti detaljnije informacije o odnosima među vrstama u združenom usevu. Obično je u upotrebi indeks efikasnosti korišćenja zemljišta (LER) uz pomoć kojeg se procenjuje prinos biljnih vrsta u združenom usevu (Tang et al., 2021). LER indeks predstavlja vrednost površine zemljišta koja je potrebna da čist usev postigne isti prinos kao i smeša tog useva sa nekom drugom vrstom. Ovaj uslov je zadovoljen ako je prinos useva u smeši i čistom usevu jednak. Prednosti upotrebe LER indeksa je da se lakše mogu porediti združeni usevi različitih proporcija, kao i da se mogu porediti pojedinačni LER indeksi što može biti način za isticanje kompetitivnih efekata i najvažnije je da ovaj parametar može biti koristan za isticanje prednosti združenih useva. Vrednost LER od 1,2 ističe prednost smeše od 20%, ili tačnije rečeno potrebno je 20% više zemljišta sa čistim usevom da bi se dobio odgovarajući

prinos dobijen u združenom usevu (Oljača i Dolijanović, 2013). Produktivnost u sistemu relay intercropping je često veća od ostalih tipova združivanja (procena na osnovu LER indeksa), jer u drugim tipovima združivanja često oba useva imaju iste faze razvoja i predstavljaju konkurente za prostor, svetlost, vodu i hranjive materije (Ali et al., 2020). RYT indeks se odnosi na prinose po jedinici površine smeše i čistih useva i daje jasniju sliku efikasnosti korišćenja zemljišta i drugih resursa u ovom načinu gajenja biljaka. Ukoliko obe vrste imaju slične zahteve prema faktorima spoljašnje sredine i ukoliko im je prinos po biljci u smeši i čistom usevu jednak, RYT indeks ima vrednost 1. Prema Oljača i Dojanović (2013) ukoliko je vrednost RYT manja od 1 uočena je intenzivnija kompeticiju između vrsta, što dovodi do smanjenog prinosa u smeši u odnosu na čist usev. Autori navode i da ako je vrednost RYT veća od 1 pretpostavlja se da vrste imaju različite potrebe za uslovima uspevanja, tako da je kompeticija slabo izražena. Nedostatak primene ovog indeksa je u tome što se pri obračunu koristi prinos po biljci, a ne prinos po jedinici površine.

Prednosti združene setve

Razlozi za združivanje useva su različiti i potrebno je odabrati biljne vrste koje mogu da odgovore željenom cilju uvođenja ovog sistema gajenja. Ukoliko se poljoprivredna proizvodnja odvija na ograničenim površinama, združivanje useva je jedno od rešenja, jer se na taj način raspoložive površine bolje koriste. Prema Khan et al. (2018) glavni koncept združivanja useva je postizanje povećane produktivnosti odabranih vrsta po jedinici površine. Kroz združenu setvu proizvođači mogu postići pun proizvodni potencijal glavnog useva i takođe dodatni prinos drugog useva (Gebru, 2015). U združenom usevu bolje je korišćenje resursa, hraniva, svetlosti i raspoložive vlage, podstiče se agrobiodiverzitet. Uvođenjem leguminoza, kupusnjača, strnih žita i trava u strukturu setve u kontekstu međuuseva, obezbeđuju se niz prednosti koje nisu vidljive kroz kalkulacije proizvodnje, ali dugoročno posmatrano daju veliki doprinos u očuvanju zemljišta i životne sredine (Vojnov i sar., 2020). Združivanjem useva na istoj parceli pospešuje se porast obe biljne vrste i time se utiče na povećanu produkciju biomase i prinosa (Manojlović, 2008). Pozitivno dejstvo združenog useva se odnosi i na napade štetočina, kao na pojavu prouzrokovaca bolesti, jer združeni usevi kao posebni sistemi imaju alelopatske mehanizme uz pomoć kojih uspešno mogu odoleti ovim napadima. Ovakav sistem doprinosi očuvanju strukture zemljišta, pozitivno deluje na plodnost zemljišta, naročito ako je jedan od useva iz familije Fabaceae. Zakorovljenost useva može da se smanji putem gajenja združenih useva (Simić et al., 2018). Prema Čupina et al. (2017) smeše trava i leguminoza su primeri prirodne kontrole korova, trave nude odličnu pokrovnost i time se smanjuju šanse za formiranje korova. Ovo je od posebnog značaja u organskoj proizvodnji i održivim sistemima gajenja. Pri združenom gajenju jednogodišnjih leguminoza sa strnim žitima rešava se problem polegljivosti leguminoza i time se dobija silaža sa bolje izbalansiranim hemijskim sastavom i hranjivom vrednošću (Đorđević i sar., 2010). Prednost leguminoza koje se koriste za proizvodnju krme je ta što u združenoj setvi povećavaju sadržaj proteina u obroku, što ima pre svega veliku nutritivnu, a i finansijsku vrednost (Lithourgidis et al., 2011).



Šema 2. Prednosti združene setve (izvor: original autora)

Nedostaci združene setve

Pored navedenih prednosti združena setva nailazi i na izvesne poteškoće i ograničenja prilikom uvođenja u praksu (Biabani, 2009). Prema Dolijanović i sar. (2015) nedostatak mehanizacije, sredstava za zaštitu bilja, kao i sorti i hibrida prilagođenih takvom sistemu proizvodnje ograničavaju širenje ovog načina setve na većim površinama. Na prvom mestu, ukoliko se biljne vrste ne izaberu na pravi način, može doći do konkurencije za hraniva i prostor, a može da dođe i do zasenjivanja biljaka u združenom usevu. Uočava se niz problema pri gajenju određenih leguminoza (npr. soja ili bob) u združenom usevu sa kukuruzom ili sirkom kada dolazi do zasenjivanja. Ovo potvrđuju i navodi Xin et al. (2017) da soja trpi negativan efekat zasenjivanja od biljaka kukuruza. Zasenjanje može da se prevaziđe promenom prostornog rasporeda pri združivanju. Zbog toga se u praksi preporučuje gajenje soje u naizmeničnim redovima, kao i setva soje i kukuruza u trakama. Dolijanović i sar. (2006) su zabeležili veće prinose u združenoj setvi soje i kukuruza gajenih u naizmeničnim redovima u odnosu na setvu u trake, te je od izuzetne važnosti da se izabere pravi metod združivanja. Kao nedostatak se može navesti i to da usevi u združenoj setvi zahtevaju kontinuirano praćenje u toku vegetacije, jer kod izvođenja određenih agrotehničkih mera mogu nastati tehnički problemi, kao što je primena herbicida (vremena primene i izbora aktivne materije). Združeni usevi mogu da predstavljaju alternativne domačine za razne štetočine ili prouzrokovaoče bolesti. Veliki je izazov suzbiti štetočine i bolesti u združenom usevu, zbog različitih zahteva i sredstava za zaštitu koje vrlo često ne odgovaraju obema vrstama u zajednici. Ukoliko neka agrotehnička mera izostane, to se direktno reflektuje na uspešnost proizvodnje. Takođe, ukoliko cilj združivanja nije proizvodnja krme, različito vreme žetve može stvarati tehničke probleme u organizaciji i manipulaciji poželjenog zrna.

Zaključci

Uvođenjem združene setve utiče se na efikasnost plodosmene, povećava se bioraznolikost i racionalno se koriste postojeći resursi u datim agroekološkim uslovima. Putem združivanja useva stvaraju se korisne biološke interakcije vidljive kroz povećanje prinosa zrna i biomase, kao i niza drugih prednosti. Takođe, smanjuje se kompetitivnost korova, kao i napadi štetočina i bolesti. Razvoj ovog sistema je moguć kroz izbor kompatibilnih useva u odnosu na dužinu vegetacionog perioda useva, gustine i vremena setve, kao i potreba i tehničkih mogućnosti poljoprivrednih proizvođača za uvođenje novina koje vode ka održivosti poljoprivredne proizvodnje.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja koje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200032.

Literatura

- Ali, M.R., Rahman, M.S., Asaduzzaman, M., Hossain, M.M., Mannan, M.A. 2015: Intercropping Maize with Different Vegetables. *Bangladesh Agronomy Journal*, 18(1), 49-52
- Ali, M.R., Feng, L.Y., Iqbal, N., Ahmed, M., Chen, Y.K., Khalid, M.H.B., Din, A.M.U., Khan, A., Ijaz, W., Hussain, A., Jamil, M.A., Naeem, M., Bhutto, S.H., Ansar, M., Yang, F., Yang, W. 2019: Growth and development of soybean under changing light environments in relay intercropping system. *Peer J*, 7, e7262
- Ali, M.R, Feng, L.Y., Werf, W., Iqbal, N., Khan, I., Khan, A., Din, A.M.U.M., Naeem, M., Meraj, T.A., Hassan, M.J., Khan, A., Lu, F.Z., Liu, X., Ahmed, M., Yang, F., Yang, W. 2020: Optimum strip width increases dry matter, nutrient accumulation, and seed yield of intercrops under the relay intercropping system. *Food and Energy Security Volume 9, Issue 2*, e 199
- Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., Ghose, S.S. 2005: Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, Volume 24, Issue 4
- Betencourt, E., Duputel, M., Colomb, B., Desclaux D., Hinsinger, P. 2012: Intercropping promotes the ability of durum wheat and chickpea to increase rhizosphere phosphorus availability in a low P soil. *Soil biology and Biochemistry*, 46:21-33
- Biabani, A. 2009: Agronomic performance of intercropped Wheat cultivars. *Asian J Plant Sci*. 8: 78-81
- Blagojević, M. 2018: Uticaj međusobnog odnosa, faze razvića i inokulacije na kvalitet silaže jednogodišnjih leguminoza i žita. *Doktorska disertacija*, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu
- Brooker, R.W., Bennett, A.E., Cong, W-F., Daniell, Tim J., George, T.S., Hallett, P.D., Hawes, C., Iannetta, P.P.M., Jones, H.G., Karley, A. J, Li, L., McKenzie, B.M., Pakeman, R.J, Paterson, E., Schob, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C.A., Zhang, C., Zhang, F., Zhang, J., White P.J. 2015: Improving intercropping: A synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 206:107-117

- Chen, P., Du, Q., Liu, X., Zhou, L.I., Hussain, S., Lei, L.U., Song, C., Wang, X., Liu, W., Yang, F., Shu, K., Liu, J., Du, J., Yang, W., Yong, T. 2017: Effects of reduced nitrogen inputs on crop yield and nitrogen use efficiency in a long term maize soybean relay strip intercropping system. PLoS ONE, 12 (9): e0184503
- Connolly, J., Goma, H.C., Rahim, K. 2001: The information content of indicators in intercropping research. Agriculture Ecosystems & Environment 87(2):191-207
- Ćupina, B., Erić, P., Mihailović V., Mikić, A. 2004: Značaj i uloga međuuseva u održivoj poljoprivredi. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, 40, 419-430
- Ćupina, B., Mihailović, V., Krstić, Đ., Mikić, A. 2006: Zasnavanje višegodišnjih krmnih leguminoza u združenoj setvi sa stočnim graškom. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, 21, 41-49
- Ćupina, B., Erić, P., Mihailović, V., Mikić, A., Vučković, S. 2007: Značaj, stanje i perspektive jednogodišnjih krmnih biljaka u agroekološkim uslovima Srbije. Zbornik Radova-A Periodical of Scientific Research on Field and Vegetable Crops, 44 (1): 261-270
- Ćupina, B., Vujić, S., Krstić, Dj., Djurić, B., Aliu, S., Manojlović, M., Čabilovski, R., Lombnaes, P. 2017: Performance of legume-grass mixtures in the West Balkan region, Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science, 67:1, 1-11
- Ćupina, B., Vujić, S., Krstić, D., Radanović, Z., Čabilovski, R., Manojlović, M., Latković, D. 2017. Winter cover crops as green manure in a temperate region: the effect on nitrogen budget and yield of silage maize. Crop and Pasture Science, 68 (11): 1060-1069
- Dahmardeh, M. Ghanbari, A. Syahsar, B.A. Ramrodi, M. 2010: The role of intercropping maize (*Zea mays* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on yield and soil chemical properties. African Journal of Agricultural Research, 5(8), 631-636
- Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007: Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research, 100, 249-256
- Dolijanović, Ž., Kovačević D. 2004. Uticaj rasporeda biljaka u združenom usevu na prinose kukuruza i soje. J. Sci. Agric. Research, 65, 230, 81-89
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Jovanović, Ž. 2005: The effect of plant arrangement pattern on biomass productivity of maize and soybean intercropping system. Savremena poljoprivreda, 3-4: 143-149
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Simić, M. 2007: Effects of different maize hybrids on above ground biomass in intercrops with soybean. Maydica, 5. (3): 265-271
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Simić, M., Momirović, N. 2008: Uticaj prostornog rasporeda i hibrida na zakorovljenost združenog useva kukuruza i soje. Acta herbologica, Volume 17, br. 2
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Simić, M., Dragičević, V. 2015: Združeni usevi - alternativni put za održivu poljoprivredu. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 21, 1-2, 33-44
- Đorđević, N., Dinić, B., Grubić, G., Stojanović, B., Božičković, A., Damjanović, M. 2010: Domaći rezultati siliranja združenih useva jednogodišnjih leguminoza i žita. Radovi sa XXIV savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa, Volume 16. br. 3-4
- Gao, Y., Duan, A.W., Qiu, X.Q., Liu, Z.G., Sun, J.S., Zhang, J.P. 2010: Distribution and use efficiency of photosynthetically active radiation in strip intercropping of maize and soybean. Agronomy Journal, 102, Issue 2
- Geburu, H. 2015: A Review on the Comparative Advantages of Intercropping to Mono-Cropping System. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare Volume 5, No.9
- Malidža, G., Vasić, M., Rajković, M., Bekavac, G. 2020: Suzbijanje korova u združenoj setvi useva pasulja i kukuruza tolerantnog na cikloksimid. Acta herbologica, Volume 29, No. 1, 25-33
- Manojlović, M. 2008. Primena đubriva u organskoj proizvodnji. Đubrenje u održivoj poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., Jensen, E.S. 2003: The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 65, 289-300
- Jensen, E.S. 1996: Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. Plant and Soil. 182, 25-38
- Kadziulienė, Z., Sarunaite, L., Deveikyte, I., Maiksteniene, S., Arlauskiene, A., Masilionyte, L., Cesnuleviciene, R., Zekaitė, V. 2009: Qualitative effects of pea and spring cereals intercrop in the organic farming systems. Agronomy Research, 7 (Special Issue 2), 606-611
- Keating, B.A., Carberry, P.S. 1993: Resource capture and use in intercropping: solar radiation. Field Crops Research, Volume 34: 273-301
- Khan, H.Z., Abdullah, M., Abrar, M., Atif Shabir, M.A, Akbar, N., Iqbal, A., Saleem, M.F., Farhain, M.M. 2018. Evaluating the role of maize-soybean intercropping / Journal of Agriculture. Basic Science, Volume 03, No. 04
- Kheroar, S., Patra, B.C. 2013: Advantages of Maize-Legume Intercropping Systems. Journal of Agricultural Science and Technology, B3(3):733-744
- Kimou, S., Coulibaly, F.L., Koffi, B.Y., Toure, Y., Dedi, K.J., Kone, M. 2017: Effect of row spatial arrangements on agromorphological responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp] in an intercropping system in Southern Cote d'Ivoire. African Journal of Agricultural Research, Volume 12(34), pp. 2633-2641
- Latati, M., Pansu, M., Drevon, J.J., Ounane, S.M. 2013: Advantage of intercropping maize (*Zea mays* L.) and common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on yield and nitrogen uptake in Northeast Algeria International Journal of Research in Applied Sciences, 01 23-29
- Lesoing, G.W., Francis, C.A. 1999: Strip Intercropping Effects on Yield and Yield Components of Corn, Grain Sorghum, and Soybean. Univ. of Nebraska Agric. Res. Div., Journal Series no. 12271.

- Li, W., Li, L., Sun, J., Guo, T., Zhang, F., Baob, X., Peng, A., Tang, C. 2005: Effects of intercropping and nitrogen application on nitrate present in the profile of an Orthic Anthrosol in Northwest China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105, 483-491
- Li, H., Jiang, D., Wollenweber, B., Dai, T., Cao, W. 2010: Effects of shading on morphology, physiology and grain yield of winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 33(4):267-275
- Li, H., Zhang, F., Rengel, Z., and Shen, J. 2014: Rhizosphere properties in monocropping and intercropping systems between faba bean (*Vicia faba* L.) and maize (*Zea mays* L.) grown in a calcareous soil. *Crop and Pasture Science*, 64(10), 976-984
- Li., C. Hoffland, E., Kuyper, T.W., Yu, Y., Zhang, C., Li, H., Zhang, F., Werf, W. van der. 2020: Syndromes of production in intercropping impact yield gains. *Nature Plants* Volume 6
- Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dhima, K.V., Dordas, C.A., Yiakoulaki, M.D. 2006: Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 99, 106-113
- Lithourgidis, A., Dordas, C., Damalas, C.A., Vlachostergios, D. 2011: Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science* 5(4):396-410
- Mikić, A., Čupina, B., Mihailović, V., Krstić, Đ., Antanasović, S., Zorić, L., Đorđević, V., Perić, V., Srebrić, M. 2013: Intercropping white (*Lupinus albus*) and Andean (*Lupinus mutabilis*) lupins with other annual cool season legumes for forage production, *South African Journal of Botany*, Volume 89, Pages 296-300,
- Momirović, N., Oljača, S., Dolijanović, Ž., Simić, M., Oljača, M., Janošević, B. 2015: Productivity of intercropping maize (*Zea mays* L.) and pumpkins (*Cucurbita maxima* Duch.) under conventional vs. conservation farming system. *Turkish Journal of Field Crops*. 20. 92-98
- Mucheru-Munu, M., Pypers, P., Mugendi, D., Kung'u, J.B., Mugwe, J., Merckx, R., Vanlauwe, B. 2010: A staggered maize-legume intercrop arrangement robustly increases crop yields and economic returns in the highlands of Central Kenya, *Field Crops Research* 115 (2) 132-139
- Norris, K. 2008: Agriculture and biodiversity conservation: Opportunity knocks. *Conservation Letters* 1(1):2-11
- Ofori, F., Stern, W.R. 1987: Cereal - legume intercropping system. *Advances in Agronomy*, 41: 41-90
- Oljača, S.I., Dolijanović, Ž.K. 2013: Ekologija i agrotehnika združenih useva, Poljoprivredni fakultet u Beogradu, Zemun.
- Peyraud JL, Le Gall A, Lücher A. 2009: Potential food production from forage legume-based-systems in Europe: an overview. *Irish J Agr Food Res*. 48:115–135
- Prača, N., Paspalj, M., Paspalj, D., 2017: Ekonomska analiza uticaja savremene poljoprivrede na održivi razvoj. *Oditor* 3, (1): 37-51
- Raei, Y., Weisany, W., Ghassemi-Golezani, K., Torabian, S. 2015: Effects of additive intercropping on field performance of potato and green bean at different densities. *Biological Forum An International Journal*, 7(2): 534-540
- Raseduzzaman, M., Jensen, E.S. 2017: Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, 91: 25-33
- Regehr, A., Oelbermann, M., Videla, C., Echarte, L. 2015: Gross nitrogen mineralization and immobilization in temperate maize-soybean intercrops. *Plant and Soil*, 391, 353–365
- Schulz, V.S., Schumann, C., Weisenburger, S., Müller-Lindenlauf, M., Stolzenburg, K., Möller, K. 2020: Row-Intercropping Maize (*Zea mays* L.) with Biodiversity-Enhancing Flowering-Partners - Effect on Plant Growth, Silage Yield, and Composition of Harvest Material. *Agriculture*, 10(11), 524
- Seran, T.H., Brintha, K. 2009: Study on biological and economic efficiency of Radish (*Raphanus sativus* L.) intercropped with vegetable amaranthus (*Amaranthus tricolor* L.) *Open Horticulture Journal*, 2:17-21
- Seran, T.H., Brintha, K. 2010: Review on Maize Based Intercropping. *Journal of Agronomy*, 9, 135–145
- Simić, A., Krga, I., Simić, M., Brankov, M., Vučković, S., Bijelić, Z., Mandić, V. 2018: Mogućnost suzbijanja korova združenim gajenjem jarog stočnog graška sa ovsem. *Acta herbologica*, Volume. 27, br. 2
- Tang, X., Zhang, C., Yu, Y., Shen, J., Werf, W., van der Zhang, F. 2021: Intercropping legumes and cereals increases phosphorus use efficiency; a meta-analysis. *Plant and soil*, volume 460, pages 89–104 (2021)
- Valladares, F., Niinemets, Ü. 2008: Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39, 237–257
- Vandermeer, J.H. 1992: *The Ecology of Intercropping*. Publisher: Cambridge University Press.
- Vandermeer, J. 2011: *The Ecology of Agroecosystems*. Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, MA, USA
- Vasić, M., Šeremešić, S., Marinković, J., Toman, M., Babec, B., Gvozdanović, Varga, J., Milošev, D. 2017: The efficiency of maize and beans intercropping in sustainable agricultural systems. *Book of Abstracts of organic agriculture for agrobiodiversity preservation. 3rd International Conference Agrobiodiversity*, Novi Sad, Serbia
- Vasić, M. 2018: Proizvodnja pasulja – značaj, sortiment, načini proizvodnje. *Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije i 1. Savetovanja agronoma republike Srbije i Republike Srpske*, Zlatibor
- Vojnov, B., Čupina, B., Krstić, Đ., Vujić, S., Babec, B., Vasiljević, M., Šeremešić, S. 2020: Doprinos međuuseva poboljšanju kvaliteta zemljišta u sistemima organske poljoprivrede. *Letopis naučnih radova/Annals of Agronomy*, Volume 44, No 1, 1-10
- Wang, L., Deng, F., Ren, W. 2015: Shading tolerance in rice is related to better light harvesting and use efficiency and grain filling rate during grain filling period. *Field Crop. Res.*, 180, 54–62
- Xin, L., Tanzeelur, R., Feng, Y., Chun, S., Taiwen, Y., Jiang, L., Cuiying, Z., Wenyu, Y. 2017: Interception and Utilization in Different Maize and Soybean Intercropping Patterns, *PLoS ONE* 12(1): e0169218Z
- Yin, W., Chai, Q., Zhao, C., Yu, A., Fan, Z., Hu, F., Fan, H., Guo, Y., Coulter, J.A. 2020: Water utilization in intercropping: A review, *Agricultural Water Management*, Volume 241

Yu, Y., Stomph, T.J., Makowski, D., Werf, W. van der. 2015: Temporal niche differentiation increases the land equivalent ratio of annual intercrops: A meta-analysis. *Field Crops Research*

Intercropping in sustainable agriculture: place and role

Marjana Vasiljević^{a*}, Svetlana Vujić^b, Đorđe Krstić^b, Branko Ćupina^b, Bojan Vojnov^b,
Klara Petković^b, Srđan Šeremešić^b

^aInstitute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

^bUniversity of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Field and Vegetable crops, Novi Sad, Serbia

*Corresponding author: marjana.vasiljevic@ifvcns.ns.ac.rs

ABSTRACT

In sustainable agricultural production systems, a very important place is centered to the establishment of intercropping which enable more efficient use of land resources, i.e. increase productivity per unit area. The purpose of intercropping is to create beneficial biological interactions between crops that influence the increase in biomass production and grain yield. The introduction of intercropping is influenced by various factors, first of all the choice of compatible crops, crop density, time and method of sowing, the agroecological conditions of the production area, as well as the needs and possibilities of agricultural producers for the introduction of novelties in the current production. The aim of this paper is to present the importance and methods of intercropping in agricultural production and what are the advantages of its application in practice.

KEY WORDS: intercropping, sustainable agriculture, LER, RYT

PRIMLJEN: 26.10.2022.

PRIHVAĆEN: 09.12.2022.