

ZNAČAJ ROTACIJE USEVA U INTENZIVNOJ PROIZVODNJI POVRĆA U ZAŠTIĆENOM PROSTORU

Janko F. Červenski*, **Slađana S. Medić-Pap**, **Dario Đ. Danojević**,
Aleksandra D. Savić i **Dušanka Ž. Bugarski**

Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

Sažetak: Intenzivna proizvodnja povrća danas predstavlja velikog „potrošača” energije. Proizvođači najviše gledaju ekonomsku stranu ove proizvodnje, što najčešće biva i izgovor za njenu trenutnu realizaciju. Intenzivna proizvodnja povrća se danas svodi na gajenje nekoliko povrtarskih vrsta a sve češće u monokulturi. Ovakvim sistemom razmišljanja i gajenja povrća u monokulturi, cela proizvodnja može biti dovedena u neodrživu situaciju. Zbog toga bi trebalo proizvodnju povrća u zaštićenom prostoru organizovati sistemom gajenja pretkulture, glavne kulture i naknadne kulture. Intenzivna proizvodnja povrća trebalo bi da podrazumeva maksimalno dobro organizovano korišćenje raspoloživog zemljišta i resursa. To znači pravilan plodored sa kompletnom agrotehnikom, te poznavanje tržišta kao mogućnosti plasmana viška proizvodnje. Dobrom organizacijom rotacije i vremenskim smenjivanjem useva, zaštićeni prostor možemo pretvoriti u koristan prostor za proizvodnju povrća.

Cljučne reči: monokultura, plodored, povrtarske vrste, organska materija.

Uvod

Poljoprivredni proizvođači odavno koriste raznovrsne i složene rotacije useva radi kontrole balansa nutrijenata i vode, korova, štetočina, bolesti, kao i da ispuni potrebe ljudi i stoke za hranom. U modernim gazdinstvima uvedeni su pojednostavljeni obrasci korišćenja zemljišta. U poslednjih 50 godina rotacija useva dramatično se pojednostavila (npr. smanjenjem broja vrsta useva u plodoredu i povećanim učešćem zemljišta koje se koristi pod monokulturom) zbog pojave sintetičkih đubriva, pesticida i sve većeg razdvajanja gajenja useva i stočarstva (Barbieri et al., 2017).

Jedan od razloga nedovoljne iskorišćenosti raznovrsnosti useva je i taj što su agronomska i pitanja životne sredine usko povezana sa ekonomskim i socijalnim pitanjima, kao što su zaposlenje, organizacija rada, ili čak prodaja tržišta. Veći deo

* Autor za kontakt: e-mail: janko.cervenski@ifvcns.ns.ac.rs

povrća danas se prodaje na tržištu u svežem obliku. Raznovrsnost i dostupnost povrća za tržišta direktno zavisi od stepena diverzifikacije i načina proizvodnje na gazdinstvu. Diverzifikacija useva može čak dovesti pod znak pitanja i organizaciju rada na gazdinstvu (Castilla et al., 2004; Navarrete et al., 2015).

Proizvodnja povrća u plastenicima postaje sve češća realnost širom sveta. Predstavlja najintenzivniju poljoprivrednu proizvodnju sa visokim nivoom inputa (Dimitrijević et al., 2014). Proizvodnja povrća u plasteniku često koristi neobnovljive resurse i troši velike količine energije. S druge strane, plastenička proizvodnja bi trebalo da je veoma produktivna sa visokim prinosima (Gruda, 2005). Poređenjem proizvodnji otvorenog i zaštićenog prostora u područjima sa umerenom klimom, prinosi mogu biti od 2 do 3 puta viši kod negrejanih plastenika pa do 10 puta viši u grejanim plastenicima.

Proizvodnja povrća iz zaštićenog prostora u jugoistočnoj Europi je u neprestanom porastu. Najviše zbog mogućnosti ranog prolećnog i produženo jesenjeg vremena proizvodnje, što može biti ekonomski značajno za proizvođače (Gruda, 2017).

U Europi pod plastenicima se nalazi oko 405 000 ha povrtarske proizvodnje, dok u zemljama jugoistočne Europe pod zaštićenim prostorom dominira proizvodnja povrća na oko 104 560 ha. Najčešće se gaje paradajz, paprika, plavi patlidžan, dinja, krastavac, tikvica, lubenica, i zelena boranija. Investiciona ulaganja u ovu proizvodnju su dosta visoka, a prinosi često ne pokrivaju troškove. Ovakva situacija u sistemu gajenja može dovesti do pojave monokulture, što je jedan od važnijih problema u plasteničkoj proizvodnji.

Rezultati istraživanja Dimitrijević et al. (2016) ukazuju da proizvodni uslovi u objektima zaštićenog prostora mogu da zavise od tipa konstrukcije objekta i od gajene biljne vrste.

Diverzifikacija (različitost) biljaka u intenzivnoj proizvodnji povrća u zaštićenom prostoru postaje sve važnija, imajući u vidu njenu vitalnu ulogu u ekonomskoj održivosti same proizvodnje (Lazić et al., 2003; Castilla et al., 2004; Tüzel i Öztekin, 2017).

Uvođenjem diverzifikacije u intenzivnu plasteničku proizvodnju stvaraju se uslovi za:

- Korišćenje povezanosti između poljoprivredne proizvodnje i ekonomije,
- Usvajanje novih sistema i proizvodnih tehnologija,
- Implementaciju novih tehnologija u preradi, čuvanju i marketingu,
- Reagovanje na trendove u zahtevima tržišta zbog promena u potrošačkim navikama.

Povrtarska proizvodnja u Republici Srbiji se odvija ukupno na 101953 hektara sa krompirom. Krompir se gaji na 38472 ha, paprika na 17386 ha, pasulj na 13181 ha, paradajz na 10917 ha, kupus i kelj na 10213 ha, dinje i lubenice na 8372 ha,

grašak na 8097 ha, krastavci na 4271 ha, crni luk na 4145 ha, mrkva na 2465 ha, i beli luk na 1820 ha (www.stat.gov.rs., 2019).

Preko 95% proizvodnje povrća u Srbiji odvija se na otvorenom polju, a samo manji deo, do 5%, realizuje se u zaštićenom prostoru. Oko 20% proizvodnje na otvorenom polju zauzima proizvodnja u baštama i okućnicama čime postaje sve značajnija Červenski et al., (2015).

U Republici Srbiji dominantan način proizvodnje povrća u zaštićenom prostoru je na prirodnom zemljištu. Preostali načini proizvodnje su zastupljeni na zanemarljivo malim površinama, (Ilin, 2019).

Proizvodnja povrća u baštama i okućnicama često se vezuje za gajenje samo nekoliko značajnijih povrtarskih vrsta, kako na otvorenom polju tako i u zaštićenom prostoru Dimitrijević et al., (2011). U svetu je poznato preko 1500 vrsta povrća a u Srbiji se najčešće gaji od 20 do 30 vrsta Lazić et al., (2003). Deo površina bašti ili okućnica ne ispunjava uvek sve uslove potrebne za proizvodnju povrća, kao recimo nedostatak sunca ili kvalitet zemljišta. Stoga tokom godine može biti manje kultivisan ili delom zakorovljen (CoDyre et al., 2015).

Izborom određenog načina proizvodnje – otvoreno polje ili zaštićen prostor uz obavezno navodnjavanje, dobro odabranim i organizovanim vremenom izvođenja radova i potrebnim inputima, mnogo toga se može proizvesti na površini jedne bašte ili okućnice, ali i prodati na lokalnim zelenim pijacama. Ovakav sistem organizovanja povrtarske proizvodnje treba da ima za cilj da se na istoj površini u toku godine proizvedu 2–3 kulture, čime se može povećati i ekonomičnost proizvodnje Červenski et al., (2013).

Intenzivni povrtarski plodored može da se osloni na princip tropoljnog povrtarskog plodoređa. U toku jedne vegetacione sezone ili godine, na istom zemljištu uzastopno, ili istovremeno, gaji se više vrsta povrća. To znači da se odmah po skidanju jedne vrste seje ili sadi druga. Navedeni plodored je moguć zbog različite dužine vegetacije povrća, razlika u zahtevima za toplotom, otpornosti nekih vrsta na niske temperature i različitog zahteva za vegetacionim prostorom. Principi smene useva mogu se opredeliti i po glavnom usevu, povrću, koje ima najdužu vegetaciju ili najveći prinos. Zato bi trebalo u intenzivnom plodoređu razlikovati: pretkulturu (najčešće neka rana prolećna ili ozima vrsta kao što su: salate, spanać, keleraba, rotkvica, grašak, blitva, rani krompir, mladi luk); glavnu kulturu koja ima najdužu vegetaciju (paprika, paradajz, boranija, kupus, crni luk, tikvica) ili najveći prinosi i naknadnu kulturu koja se gaji posle glavne kulture (jesenji beli luk, srebrenjak, salata, spanać) (Lazić et al., 2013).

Rezultati istraživanja koje su sprovedi Vlahović et al. (2013) navode da značajan deo potražnje prosečne četvoročlane porodice za voćem i povrćem može biti zadovoljen iz bašte površine 200–400 m² zavisno od načina kultivacije i organizacije poslova.

Organizacija plodoreda u intenzivnoj proizvodnji povrća

Važan uslov intenzivne proizvodnje povrća bi trebalo da je uvođenje plodoreda odnosno smene useva u vremenu i prostoru, pre svega zbog moguće pojave zajedničkih bolesti, korova i štetočina kod grupe useva, kao i zahteva za ishranom uz pravilnu kontrolu, održavanje i povećavanje plodnosti zemljišta (Lazić et al., 2003; Shafique et al., 2016; Popsimonova et al., 2017). Červenski et al. (2016) su istraživali mogućnost unapređenja proizvodnje povrća u plasteniku bez grejanja, tj. smenu povrtarskih kultura na istoj površini tokom 12 meseci. Rad je obuhvatio preko 10 gajenih povrtarskih vrsta u plasteniku. Njihovi rezultati govore da se organizacijom proizvodnje povrća kroz sistem gajenja preduseva, glavnog useva i naknadnog useva, prostor plastenika može pretvoriti u koristan prostor za proizvodnju povrća. Kao pretkulturu savetuju da se poseje spanać, grašak, rotkvica, prolećna salata ili keleraba. Posle pretkulture trebalo bi organizovati proizvodnju glavne kulture, kao recimo paradajza, paprike i krastavca. Nakon glavne kulture sejati ili rasađivati naslednu kulturu tj. ozimu salatu, jesenji beli luk, crni luk, cveklu, blitvu, spanać. Ovakvom organizacijom proizvodnje povrća u plasteniku omogućili su gajenje većeg broja povrtarskih vrsta, što treba da predstavlja određenu sigurnost proizvodnje i bolje planiranje intenzivnog povrtarskog plodoreda.

Mnogi poljoprivrednici danas nisu samo proizvođači robe, već i dobavljači kvalitetne hrane i menadžeri ekosistema. O ulozi stočarske proizvodnje u čitavom eko-bio sistemu pokazuju istraživanja koje su sprovedi Šperanda et al. (2019). Njihovi rezultati pokazuju značaj upotrebe stajnjaka kao izvora hranjivih materija, bio-resursa i regulatora ekološkog ciklusa, koji povećava ne samo sadržaj organske materije u zemljištu već i održava njegovu plodnost. Prema istim autorima ukoliko je odnos C/N u organskom đubrivu 10:1 ili niži, ukazuje na stabilnost organskog đubriva i njegovu produženu aktivnost u zemljištu. Odnos C/N ispod 10:1 u organskom đubrivu indikator je visokokvalitetnog đubriva.

Složen povrtarski plodored trebalo bi da uključi smenu useva u toku godine, kao i gajenje mešanih useva (Ouma and Jeruto, 2010). Ovakav plodored je najintenzivniji i može omogućiti raznovrsnu proizvodnju povrća tokom cele godine, maksimalno korišćenje raspoloživih resursa (zemljišta i radna snage) i visoku rentabilnost. Povrtarski plodored treba da se zasniva na različitim zahtevima biljaka, pre svega prema hranivima (stajnjaku) i biološkim osobinama gajenih vrsta. Najčešći tropoljni povrtarski plodored zasniva se na prethodnoj podeli i zahtevu povrtarskih vrsta prema hranivima.

U odnosu na zahteve za hranivima, povrće se može podeliti u tri grupe:

I grupa useva su vrste koje imaju velike zahteve za hranivom i dobro reaguju na obilno đubrenje stajnjakom (vrežaste vrste, kupusnjače, paradajz, paprika, plavi patlidžan, celer, praziluk) a pri tome povećavaju prinos uz održavanje kvaliteta.

II grupa useva su vrste sa manjim zahtevom za hranivima te i stajnjakom i često se gaje druge godine posle unošenja stajnjaka (peršun, mrkva, paštrnak, crni luk, salata, spanać, rotkva, rotkvica).

III grupa useva su vrste koje obogaćuju zemljište azotom – leguminoze (grašak, boranija, pasulj, bob) (tabela 1).

Tabela 1. Tropoljni povrtarski plodored (Lazić, 2002).

Table 1. Three-field vegetable crop rotation (Lazić, 2002).

Godina/Year	Polje/Field		
	I	II	III
Prva/First	Paradajz, paprika, plavi patlidžan, krastavac, tikvice, tikve, praziluk, kupusnjače	Mrkva, peršun, paštrnak, cvekla, crni luk, beli luk	Boranija, grašak, pasulj, bob
Druga/Second	II	III	I
	Mrkva, peršun, paštrnak, cvekla, crni luk, beli luk	Boranija, grašak, pasulj, bob	Paradajz, paprika, plavi patlidžan, krastavac, tikvice, tikve, praziluk, kupusnjače
Treća/Third	III	I	II
	Boranija, grašak, pasulj, bob	Paradajz, paprika, plavi patlidžan, krastavac, tikvice, tikve, praziluk, kupusnjače	Mrkva, peršun, paštrnak, cvekla, crni luk, beli luk

Vrste povrća sa dubokim korenovim sistemom trebalo bi uzgajati nakon onih sa plitkim, kako bi se održala dobra struktura, prozračnost i poroznost zemljišta (korenasto povrće i leguminoze; plodovito i korenasto povrće) (Nikolić et al., 2012). Zatim bi bilo dobro vršiti smenu vrsta koje tokom vegetacije proizvode različitu biomasu (crni i beli luk i vrežaste vrste). Pravilnu smenu jarih i ozimih vrsta povrća trebalo bi organizovati, da bi se smanjila zakorovjenost gajenog prostora, uz što manje korišćenje pesticida i racionalnije korišćenje površine (tabela 2).

Tabela 2. Primer organizovanja povrtarskog četvorogodišnjeg plodoreda u negrejanom plasteniku (autor).

Table 2. Example of organizing a vegetable four-year crop rotation in an unheated greenhouse (author).

Godina/Year	Predusev/Preceding crop	Glavni usev/Main crop	Naknadni usev/Stubble crop
1.	Salata	Paprika	Luk srebrenjak
2.	Rani grašak	Tikvice	Kelj
3.	Rotkvica	Paradajz	Jesenji beli luk
4.	Keleraba	Boranija	Spanać

Jedan od najvažnijih zahteva pravilne primene plodreda je da grupe useva često imaju zajedničke bolesti i štetočine. Trebalo bi izbegavati uvođenje u plodored jedne za drugom povrtarskih vrsta, koje pripadaju istoj porodici, zbog moguće pojave zajedničkih insekata i izazivača bolesti (Vuković et al., 2014; Shafique et al., 2016; Vlajić et al., 2018). To se naročito odnosi na paradajz, plavi patlidžan, papriku, krastavac, kupusnjače, zatim na korenasto povrće (mrkvu, peršun, celer i paštrnak) kao i za lukove (crni i beli luk, praziluk).

U poslednjih nekoliko decenija, monokultura je česta pojava kod gajenja povrća u zaštićenom prostoru tj. sa istom kulturom ili vrstom na istom zemljištu. Plodored ili rotacija useva treba da ima agronomske, ekonomske i ekološke prednosti u poređenju sa monokulturnim načinom gajenja. Uvođenjem jedno i višegodišnjih leguminoza u rotaciju useva predstavlja realnu praksu poštovanja diverzifikacije useva u održivoj poljoprivredi (Lazić et al., 2003). Pravilom CL12 (b) iz Regulative 834/2007 (European Commission, 2007) za pravilnu ishranu biljaka preporučuje se rotacija mahunarki i zelenog stajnjaka. Direktiva EU naglašava da, bez obzira na gajene vrste u plodoredu, kratkoročna upotreba zelenog stajnjaka i mahunarki neophodna je za sprečavanje pojave štetočina i korova na proizvodnom zemljištu. Organizovanje plodoreda kombinacijom proizvodnje povrća i cveća predstavlja drugu mogućnost, međutim treba imati u vidu da povrće i cveće zahtevaju različita ulaganja i znanja, te su namenjeni i različitim tržištima.

Prednosti plodoreda ili rotacije useva u intenzivnoj proizvodnji povrća

Uvođenjem plodoreda u intenzivnu proizvodnju povrća stvaraju se uslovi za:

Veću kontrolu bolesti, štetočina i korova.

Gajenjem povrtarskih biljaka u monokulturi na istoj površini možemo dovesti do nagomilavanja uzročnika biljnih bolesti u zemljištu (Castilla et al., 2004), kao i do povećanja brojnosti štetočina i korova, uporedo sa jednostranim i nepravilnim trošenjem hraniva iz zemljišta (Medić-Pap et al., 2017). Intenzivnom proizvodnjom povrća treba omogućiti da naredna ili nova setva počinje odmah nakon prethodnog useva, te da zemljište ne ostaje prazno, a štetočine, bolesti i korovi ne pronalaze optimalne uslove za svoj rast. Nasledni usevi obično nemaju iste bolesti ili štetočine čime se životni ciklus štetočina može efikasno prekinuti, te može dovesti do smanjenja i lakše kontrole populacije štetočina. Plodored sa većim brojem vrsta, trebalo bi da smanji dominaciju uskog broja korovskih vrsta usled različite tehnologije gajenja useva (Liebman i Dick 1993). Važno je primenjivati pravilan plodored u prevenciji borbe protiv korova (Dimsey et al., 2010). Korovi se efikasnije kontrolišu kada se zemljište koristi gajenjem povrća u kontinuitetu, jer se populacija korova najviše povećava u periodu između gajenja dva useva.

Manju upotrebu pesticida.

Proizvodnja povrća u plastenicima može se oceniti kao veoma intenzivna zbog rotacije useva koja bi trebalo da obezbedi profit tokom cele godine. Ovakva proizvodnja se povezuje sa opsežnijom primenom hemijskih đubriva i pesticida. Usled mogućeg potencijalnog zagađenja životne sredine, povećava se i zabrinutost o zdravstvenoj bezbednosti hrane. Zbog toga bi za održavanje plodnosti zemljišta i zaštitu povrtarskih vrsta trebalo maksimalno koristiti prirodne resurse, kako bi se smanjila upotreba hemikalija (Nikolić et al., 2012; Tringovska et al., 2015). U intenzivnoj povrtarskoj proizvodnji sa upotrebom ograničene palete herbicida, plodored može činiti važnu komponentu integralnog programa suzbijanja korova (Nordell, 1992). Pored mogućnosti štetnog nagomilavanja ostataka pesticida u finalnom proizvodu (plodovi, listovi, koren) te životnoj sredini, pesticidi mogu imati negativan uticaj i na biodiverzitet, problem nastanka rezistentnosti i sl. Stoga je važno primenjivati i druge mere integralne zaštite koje će doprineti smanjenju brojnosti populacije insekata, a samim tim i smanjenoj upotrebi pesticida (Medić-Pap et al., 2017). Manjom upotrebom pesticida mogu se smanjiti troškovi proizvodnje, ublažiti njihov negativni uticaj na životnu sredinu te pozitivno uticati na čovekovo zdravlje.

Proizvođači povrća se često suočavaju sa izazovom da obezbede „čiste i zelene” proizvode, budući da „trgovci” danas zahtevaju od svojih dobavljača potvrdu da je hrana koju kupuju zdravstveno bezbedna i da se proizvodila na ekološki prihvatljiv način (Lazić et al., 2003). U budućnosti proizvođači povrća i hrane biće sve više povezani sa sistemom kontrole zdravstvene bezbednosti svojih proizvoda i dobijanja odgovarajućih sertifikata (Ntinias et al., 2017).

Veću mogućnost korišćenja zaliha vlage i hranljivih materija u zemljištu.

Sastaviti dobar plodored sa svim elementima kao što su poljosmena, plodosmena i odmor zemljišta nije nimalo jednostavno, jer je potrebno pravilno odabrati vrstu, sortu, đubrenje, obradu zemljišta, rokove setve i sadnje, kao i vreme dozrevanja. Pri planiranju plodoreda trebalo bi obratiti pažnju i na smenu vrsta sa različitim dubinom korena, te smenjivati vrste sa različitim potrebama za vodom i hranivima. Na primer, vrste koje troše puno vode kao paprika, paradajz, krastavac i kupusnjače trebalo bi smenjivati sa vrstama koje imaju umerene potrebe za vodom (korenasto povrće, lukovi i mahunarke) (Červenski i Medić-Pap, 2018).

Povećavanje plodnosti zemljišta.

Oranični sloj koji je izložen uticajima klime, biljnog pokrivača i zemljišne faune, kao i uticajima intenzivnog navodnjavanja i gaženja, obradom zemljišta trebalo bi dovesti u takvo stanje u kojem će gajene biljke imati optimalne uslove za rast i razvoj. Uporedo sa tim, potrebno je voditi računa da se održava i povećava

njegova plodnost. Zemljište bi trebalo koristiti, a ne iskorišćavati. To znači da korišćenjem zemljišta treba da održavamo ili povećavamo njegovu plodnost a ne da je smanjujemo (Bajkin et al., 2014). Plodored može biti značajna preventivna mera kojom se smanjuje pojava štetnih organizama, poboljšava plodnost zemljišta i povećava prinos (Brust i Stinner, 1991; Sumner, 1982; Shafique et al., 2016; Červenski i Medić-Pap, 2018). Odgovarajuća smena useva bi trebalo da omogući kontinuirano gajenje biljnih vrsta koje su ekonomski značajne za dati region pri čemu se ne narušava plodnost zemljišta i ne dolazi do ekstremnih gubitaka usled pojave bolesti (Curl, 1963).

Poboljšavanje strukture zemljišta.

Sistem intenzivne proizvodnje povrća trebalo bi da podrazumeva kontinuirano povećavanje organske materije u zemljištu, a smanjivanje degradacije zemljišta na drugoj strani, što bi rezultiralo većim prinosima i dugoročnom profitabilnošću gazdinstva. Izborom odgovarajućeg plodoreda stvaramo mogućnost pozitivnog ili negativnog uticaja na strukturu zemljišta. Isključivanjem dugogodišnjih rotacija može imati za posledicu degradaciju strukture zemljišta, što je delom vezano za sadržaj organske materije u zemljištu. Dugogodišnja smena useva u plodoredu trebalo bi da ima značajan uticaj na formiranje strukture zemljišta, pri čemu svaki od gajenih useva u plodoredu daće svoj doprinos formiranju povoljne strukture. Takođe, potrebno je ulagati značajne napore i kroz pojedine mere obrade, rotaciju useva, ali i primenu organskih đubriva (Pejić et al., 2005; Šperanda et al., 2019).

Organska đubriva popravljaju strukturu zemljišta, utiču na vodno-vazdušni i toplotni režim zemljišta, zatim na biološke i hemijske osobine zemljišta. Treba voditi računa koje su to vrste koje dobro reaguju na neposrednu upotrebu stajnjaka i komposta, a koje dolaze u plodoredu drugu ili treću godinu iza đubrenja (www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs).

Povoljna struktura zemljišta dovešće do poboljšanja drenaže, smanjenja rizika od preplavlivanja tokom poplava te povećanja zalihe vode u zemljištu tokom suša.

Manju potrebu za veštačkim đubrivima.

Različiti sistemi proizvodnje povrća često koriste visoke doze azota, sa primenjenim količinama koje mogu da pređu i preko 220 kg/ha/sezoni (De Rosa et al., 2016). Sistemom intenzivne proizvodnje povrća trebalo bi povećati nivo organske materije, zadržavanje vode i hranljivih materija u zemljištu, a smanjiti upotrebu veštačkih đubriva. Iz navedenog razloga potrebno je uključiti leguminoze u plodored (Nikolić et al., 2012; Benko, 2017). Leguminoze vezuju atmosferski azot u zemljištu (sa biološkom fiksacijom azota od 100 kg N/ha⁻¹/godinu⁻¹), čime povećavaju njenu plodnost, a smanjuju potrebu za veštačkim azotnim đubrivima (Tüzel i Öztekin, 2017). Iz navedenog razloga, grašak, boraniju ili pasulj bilo bi

dobro sejati kao usev u četvrtoj godini povrtarskog plodoreda. Posle žetve graška, boranije ili pasulja savetuje se uneti 50–60 t stajnjaka po hektaru dubokim jesenjim oranjem (Červenski i Medić-Pap, 2018).

Manju emisiju gasova koji izazivaju efekat staklene bašte.

Povrtarska proizvodnja je potrošač značajne količine energije za rad poljoprivrednih mašina, navodnjavanje, upotrebu hemikalija, mikroklimatsku kontrolu (grejanje i hlađenje), transport i skladištenje u hladnjačama. Ovakva potrošnja energije doprinosi globalnom zagrevanju, jer uzrokuje emisiju gasova koji izazivaju efekat staklene bašte i to uglavnom ugljen-dioksida (CO_2), metana (CH_4) i azotnog suboksida (N_2O) (Ntinas et al., 2017).

Povećavanje nivoa ugljen-dioksida (CO_2) i drugih gasova u nižim slojevima atmosfere doprinosi zagrevanju Zemljine površine i naziva se efekat staklene bašte. Vodena para, ugljen-dioksid, metan, azot-suboksid i hlorofluorokarbonati su gasovi koji izazivaju efekat staklene bašte. Oni imaju visoke potencijale globalnog zagrevanja (GWP-Global warming potential) i zadržavaju toplotu koja se reflektuje od Zemljine površine. Na taj način čine planetu toplijom i time doprinose klimatskim promenama.

Govoreći o klimatskim promenama izazvanim ljudskim aktivnostima, posebnu pažnju treba posvetiti ugljen-dioksidu (CO_2) i metanu (CH_4). Metan u odnosu na ugljen-dioksid je u stanju da zadržava čak 25 puta više toplote, te zbog toga može predstavljati značajan faktor klimatskih promena. Metan je i produkt mnogih ljudskih aktivnosti poput proizvodnje prirodnog gasa, tretmana otpadnih voda i deponija. Međutim 39% emisija ovog gasa potiče od poljoprivrede. Više od polovine ukupnih emisija gasova u poljoprivredi potiču iz stočarstva. Stoka tokom procesa varenja hrane oslobađa velike količine ovog gasa.

Organska đubriva koja se koriste u povrtarskoj proizvodnji povezana su sa povećanom stopom razgradnje organske materije, što povećava emisiju N_2O i CO_2 , (De Rosa et al., 2016). Upotrebom stajnjaka blago povećavamo i mogućnost emisije CH_4 (metana). Na drugoj strani, smanjenim đubrenjem azotnim đubrivima smanjujemo i emisiju N_2O . Racionalnim upravljanjem hranivima kroz rotaciju useva možemo smanjiti upotrebu azotnih đubriva. Smanjenom upotrebom veštačkih đubriva takođe dovodimo do smanjenja emisije gasova staklene bašte povezane sa proizvodnim procesom i transportom (Savvas et al., 2017).

Manje zagađenje voda.

Ograničavanjem unosa velikih količina veštačkih đubriva smanjujemo mogućnost zagađenja voda azotom. Plodored sa niskom zavisnošću od pesticida takođe doprinosi umanjenoj potencijalnoj mogućnosti oticanja u podzemne vode. Nitratna direktiva usvojena 1991. godine naložila je smanjivanje ili sprečavanje

daljeg zagađenja podzemnih voda sa nitratima poljoprivrednog porekla. Direktiva zahteva noviji pristup poljoprivredi, kako od strane nadležnih institucija, tako i od poljoprivrednih proizvođača (Šperanda et al., 2019). Nova regulativa Europske unije (Regulation EU 2018/848) o organskoj proizvodnji takođe potvrđuje napore čitave zajednice da zaštiti zemljište i životnu sredinu.

Povećanu sposobnost čuvanja ugljenika.

Suva materija biljaka u proseku sadrži oko 45% C, 42% O₂, 6,5% H, 1,5% N i 0,5% mineralnih materija (Kastori i Tešić, 2006). Prema tome, biljke treba da imaju veoma važnu ulogu u kruženju ugljenika jer predstavljaju mesto vezivanja CO₂ iz atmosfere, koji se neposredno unosi u zemljište i čini primarni izvor ugljenika u agroekosistemu nakon transformacije u organsku materiju (Sekulić et al., 2010).

Dobrim plodoredom možemo dovesti do povećanja sadržaja zemljišnog ugljenika, kroz periode gajenja pokrovnih useva, smanjeni intenzitet i učestalost obrade zemljišta, a čime se ublažavaju posledice klimatskih promena (Tüzel i Öztekin, 2017).

Proizvodnja u plastenicima je sve češća realnost svetskog poljoprivrednog sistema u obezbeđivanju hrane zbog veće sigurnosti same proizvodnje u odnosu na klimatske prilike koje se javljaju u proizvodnji na otvorenom polju (Mariani et al., 2016). Zbog toga obrazovanje i obuka proizvođača povrća o značaju plodoreda kroz radionice treba da predstavljaju jednu od osnova u intenzivnoj proizvodnji povrća (Lazić et al., 2003; Castilla et al., 2004; Červenski et al., 2013).

Zaključak

Korišćenje većeg broja povrtarskih vrsta u sistemu proizvodnje treba da predstavlja određenu sigurnost proizvodnje. Pre donošenja odluke o intenzivnoj proizvodnji povrća, proizvođači bi trebalo da razmotre šta, kada i kako će proizvoditi, te gde će plasirati i prodavati svoje proizvode. Povrtarske vrste u plodoredu treba pažljivo odabrati, uzimajući u obzir njihov najpovoljniji datum setve. Intenzivna proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru zahteva maksimalno dobro organizovano korišćenje raspoloživog zemljišta i resursa. Smenom 2–3 povrtarske kulture na istoj površini tokom 12 meseci ili gajenjem pretkulture, glavne kulture i naknadne kulture zaštićeni prostor se može pretvoriti u koristan prostor za proizvodnju povrća. Plodored ili rotacija useva u zaštićenom prostoru tokom jedne godine gajenja, ali i u višegodišnjem sistemu proizvodnje povrća predstavljao bi rešenje dobro organizovane intenzivne proizvodnje povrća. Zbog toga bi trebalo uvek gajiti više povrtarskih vrsta na jednom prostoru u višegodišnjem sistemu proizvodnje, a izbegavati sistem monokulture, koja može postati ograničavajući faktor povrtarske proizvodnje u zaštićenom prostoru.

Zahvalnica

Ovaj rad predstavlja rezultat Ugovora (Evidencioni broj: 451-03-68/2020-14/200032) o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada između Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Instituta za ratarstvo i povrtarstvo.

Literatura

- Bajkin, A., Ponjičan, O., Sedlar, A., Zoranović, M., & Turan, J. (2014). *Ekološki i energetski parametri primene poljoprivredne mehanizacije*, Novi Sad: Poljoprivredni fakultet.
- Barbieri, P., Pellerin, S., & Nesme, T. (2017). Comparing crop rotations between organic and conventional farming. *Scientific Reports*, 7 (13761), 1-10.
- Benko, B., (2017). Improving greenhouse production of French bean, kohlrabi and kale by GAP implementation, *Book of Abstracts, VII South-Eastern Europe Symposium on Vegetables & Potatoes*, (pp. 50). Maribor, Slovenia.
- Brust, E., & Stinner, R. (1991). Crop rotation for insect, plant pathogen, and weed control. In D. Pimentel (Eds.), *CRC Handbook of Pest Management in Agriculture I. Second edition*. (pp. 217-236). Boca Raton, FL: CRC.
- Castilla, N., Hernández, J., & Abou-Hadid, A.F. (2004). Strategic crop and greenhouse management in mild winter climate areas. *Acta Horticulturae*, 633, 183-196.
- CoDyre, M., Fraser, D.G.E., & Landman, K. (2015). How does your garden grow? An empirical evaluation of the costs and potential of urban gardening, *Urban Forestry & Urban Greening*, 14, 72-79.
- Curl, E. (1963). Control of the Plant diseases by crop rotation. *Botanical Review*, 29 (4), 413-479.
- Červenski, J., Gvozdanović-Varga, J., Vasić, M., Zekić, V., Ferencz, Á., Taskovics-Tóthné, Z., Szabó, T., Kalmár, R. (2013). *New farming models in backyards as possible solutions for generating additional income and self-employment in the rural cross-border area*. Institute of Field and vegetable crops, Novi Sad: Maxima graf.
- Červenski, J., Vasić, M., Gvozdanović-Varga, J., Takač, A., Bugarski, D., Popović, V., Stojanović, A., Medić-Pap, S., Danojević, & D., Savić, A. (2015). Sortiment povrća za setvu 2015 godine, *Zbornik referata 49 Savetovanje Agronoma Srbije* (pp. 65-71). Zlatibor.
- Červenski, J., Gvozdanović-Varga, J., Vasić, M., Stojanović, A., Medić-Pap, S., Danojević, D. & Savić, A. (2016). Home gardens and backyards – suitable area for vegetable production. *Acta Horticulturae*, 1142, 179-186.
- Červenski, J., & Medić-Pap, S. (2018). *Proizvodnja kupusa*. Novi Sad: SZR Bizi štampa.
- De Rosa, D., Rowlings, D.W., Biala, J., Scheer, C., Basso, B., Mc Green, J., & Grace, P.R., (2016). Effect of organic and mineral N fertilizers on N₂O emissions from an intensive vegetable rotation. *Biology and Fertility of Soils*, 52 (6), 895-908.
- Dimsey, R., Carey, D., & Henderson, S. (2010). *A Guide to Integrated Pest Management for Brassica-Insect Pest, Disease, Virus, Nematode and Weed Control, Manual*. State of Victoria. Retrieved April 11, 2019, from <http://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/2587/>
- Dimitrijević, A., Blažin, S., Blažin, D., Miodragović, R., & Mileusnić, Z. (2011). Proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru na malom posedu. *Poljoprivredna tehnika*, 2, 23-32.
- Dimitrijević, A., Bajkin, A., Blažin, S., & Blažin, D. (2014). Uniformity of air temperature and relative humidity inside and outside the different types of greenhouses. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 18 (3), 107-110.

- Dimitrijević, A., Šundek, B., Blažin, S., & Blažin, D. (2016). Production Conditions For Greenhouse Vegetable Production on Small Scale Family Farms. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 20 (1), 21-24.
- European Commission, (2007). European communities council regulation (EC) No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No. 2092/91. *Official Journal of the European Union L*, 189, 1-23.
- Gruda, N. (2005). Impact of Environmental Factors on Product Quality of Greenhouse Vegetables for Fresh Consumption. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24, 227-247.
- Gruda, N. (2017). Protected Vegetables in South-East Europe, Book of Abstracts, VII South-Eastern Europe Symposium on Vegetables & Potatoes, (pp. 15). Maribor, Slovenia.
- Ilin, Ž. (2019). Proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru u svetu i kod nas. *Poljoprivrednikov poljoprivredni kalendar 2019*, Novi Sad: Dnevnik-Poljoprivrednik: AD.
- Kastori, R., & Tešić, M. (2006). Ekološki aspekti primene žetvenih ostataka njivskih biljaka kao alternativna goriva. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 42 (1), 3-13.
- Lazić, B. (2002). *Dečija bio bašta*. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet.
- Lazić, B., Đurovka, M., & Mišković A. (2003). Osnove organske poljoprivrede u povrtarstvu. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 29 (1-2), 56-62.
- Lazić, B., Ilić, Z., & Đurovka, M. (2013). *Organska proizvodnja povrća*. Novi Sad: Tampograf, Centar za organsku proizvodnju- Selenča i Univerzitet Edukons-S.Kamenica.
- Liebman, M., & Dyck, E. (1993). Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications*, 3 (1), 92-122.
- Mariani, L., Cola, G., Bulgari, R., Ferrante, A., & Martinetti, L. (2016). Space and time variability of heating requirements for greenhouse tomato production in the Euro-Mediterranean area. *Science of the Total Environment*, 562, 834-844.
- Medić-Pap, S., Červenski, J., Danojević, D. (2017). Plodored u proizvodnji kupusa kao prevencija pojave štetnih organizama. *Biljni lekar*, 45 (3), 293-302.
- Navarrete, M., Dupre, & L., Lamine, C., (2015). Crop management, labour organization, and marketing: three key issues for improving sustainability in organic vegetable farming. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 13 (3), 257-274.
- Nikolić, Lj., Milošev, D., Šeremešić, S., Latković, D., & Červenski, J. (2012). Diverzitet korovske flore u konvencionalnoj i organskoj poljoprivredi. *Acta Herbologica*, 21 (1), 13-20.
- Nordell, E. (1992). Crop rotations today. *Small Farmer's Journal*, 16 (1), 29-31.
- Ntinas, G.K., Neumair, M., Tsadilas, Ch.D., & Meyer, J. (2017). Carbon footprint and cumulative energy demand of greenhouse and open-field tomato cultivation systems under Southern and Central European climatic conditions. *Journal of Cleaner Production*, 142 (4), 3617-3626.
- Ouma, G., & Jeruto, P. (2010). Sustainable horticultural crop production through intercropping: The case of fruits and vegetable crops. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1 (5), 1098-1105.
- Pejić, B., Šeremešić, S., Belić, M., Milošev, D., & Kurjački, I. (2005). Uticaj plodoreda i navodnjavanja na strukturno stanje černozema. *Letopis naučnih radova*, 29 (1), 85-91.
- Popsimonova, G., Benko, B., Karić, L., & Gruda, N. (2017). Protected Vegetables in South-East Europe, *Book of Abstracts, VII South-Eastern Europe Symposium on Vegetables & Potatoes*, (pp. 55). Maribor, Slovenia.
- Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007, *Official Journal of the European Union L*, 150 (1), 1-92.
- Savvas, D., Ntatsia, G., & Barouchas, P.E. (2017). Soil conservation, soil fertility and plant nutrition management. In: Food and Agriculture organisation of the United Nations, *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable production in the South East European countries, Principles for sustainable intensification of smallholder farms*, (pp. 53-78). Rome.

- Sekulić, P., Ninkov, J., Hristov, N., Vasin, J., Šeremešić, S., & Zeremski-Škorić, T. (2010). Sadržaj organske materije u zemljištima AP Vojvodine i mogućnost korišćenja žetvenih ostataka kao obnovljivog izvora energije. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47 (2), 591-598.
- Shafique, H.A., Sultana, V., Ehteshamul-Haque, S., & Athar, M. (2016). Management of soil-borne diseases of organic vegetables. *Journal of Plant Protection Research*, 56 (3), 221-230.
- Sumner, R. (1982). Crop rotation and plant productivity. In M. Rechcigl (eds.), *Handbook of Agricultural Productivity*. (pp. 273-313). Boca Raton, FL: CRC.
- Šperanda M., Popović, B., Zmaić, K., Lončarić, Z., & Đidara, M. (2019). The role of livestock production in a sustainable circular bio-economy. *Proceedings of 54th Croatian & 14th International Symposium on Agriculture* (pp. 21-29). Vodic, Croatia.
- Tringovska, I., Yankova, V., Markova, D., & Mihov, M. (2015). Effect of companion plants on tomato greenhouse production. *Scientia Horticulturae*, 186, 31-37.
- Tüzel, Y., & Öztekin, G.B. (2017). Crop diversification, management and practical uses. In: Food and Agriculture organisation of the United Nations, *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable production in the South East European countries, Principles for sustainable intensification of smallholder farms*, (pp.105-122). Rome.
- Vlahović, B., & Puškarić, A. (2013). *Organska poljoprivreda-šansa za agrobiznis*. Novi Sad: Gradska uprava za privredu.
- Vlajić, S., Gvozdanić-Varga, J., Maširević, S., Ilić, R., Barać, R., Červenski, J., & Božić, V. (2018). Kila kupusa - da li predstavlja opasnost? *Zbornik radova XXIII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učesćem*, (pp. 390-395). Čačak.
- Vuković, S., Inđić, D., Gvozdenc, S., & Červenski J. (2014). Efficacy of insecticides in the control of cabbage pests. *Research Journal of Agricultural Science*, 46 (2), 421-425.
- www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs.
- www.stat.gov.rs.

Primljeno: 26. septembra 2019.

Odobreno: 5. avgusta 2020.

THE IMPORTANCE OF CROP ROTATION IN INTENSIVE
VEGETABLE PRODUCTION IN A GREENHOUSE

Janko F. Červenski*, **Sladana S. Medić-Pap**, **Dario Đ. Danojević**,
Aleksandra D. Savić and **Dužanka Ž. Bugarski**

Institute of Field and Vegetable Crops,
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

A b s t r a c t

Intensive vegetable production nowadays is a large “energy consumer“. Producers look only at the economic side of such production, which is most often the excuse for its current realization. Intensive vegetable production is now reduced to cultivating several vegetable species, more often in the single-crop system. By thinking this way we bring the entire production into an unsustainable situation. Therefore, vegetable production in a greenhouse should be organized by growing preceding crops, main crops and stubble crops. Intensive vegetable production implies the maximally well-organized use of available land and resources. This includes proper crop rotation and cultivation practices, as well as knowledge of the market, as a possibility of placing excess production. With the good organization of crop rotation and the timely replacement of crops, we can transform a greenhouse into a useful place for vegetable production.

Key words: single-crop system, crop rotation, vegetable species, organic matter.

Received: September 26, 2019

Accepted: August 5, 2020

*Corresponding author: e-mail: janko.cervenski@ifvcns.ns.ac.rs