

Kako planirati i provesti učinkovitiju rotaciju usjeva?

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Rotacija kultura (izraz koji je dobro poznat poljoprivrednim proizvođačima, također: *plodosmjena, ophodnja, vremenski slijed, sekvenca* ili *redoslijed usjeva*) sve je češće u fokusu istraživanja posljednjih nekoliko desetljeća, najviše zbog sve kraće rotacije, a sve većim parcelama pod usjevima, zbog češće pojave bolesti i štetnika uz često neefikasnu i neekonomičnu kemijsku zaštitu te redukcije ili čak nulte obrade tla (*no-till*). Za razliku od rotacije usjeva (plodosmjene), plodored (poljosmjena) označava sustavnu vremensku i prostornu izmjenu usjeva, a uravnotežena rotacija i plodored su osnovni preduvjeti za plodno i biogeno tlo te rast i razvitak zdravog usjeva i postizanje visokih prinosa.

Intenzitet rotacije može biti u rasponu tri usjeva u dvije godine, četiri u tri godine itd., ovisno o količini i godišnjem rasporedu oborina. Širokolisni usjevi osjetljiviji su od uskolisnih na „*uzak plodored*“. Rotacija se može definirati i kao redoviti i rekurentni (ponavljajući) slijed poljoprivrednih kultura na istom zemljištu, najčešće u trajanja 3 do 7 godina. Dakle, *rotacija* (plodosmjena) je poljoprivredna praksa izmjene godišnjih usjeva uzgojenih na određenom polju, u planiranom uzorku ili redoslijedu, u uzastopnim godinama, tako da se usjevi iste vrste ili biljne porodice ne uzgajaju bez prekida na istom polju. Opravdano se smatra da rotacija usjeva s više raznolikosti može znatno smanjiti gospodarski rizik i utjecati na veću produktivnost tla (10 - 20 %) te je odluka o plodosmjeni, a posebice plodoredu, vrlo zahtjevna i najčešće predstavlja kompromis između gospodarskih, poljoprivrednih i okolišnih komponenti uzgoja usjeva.

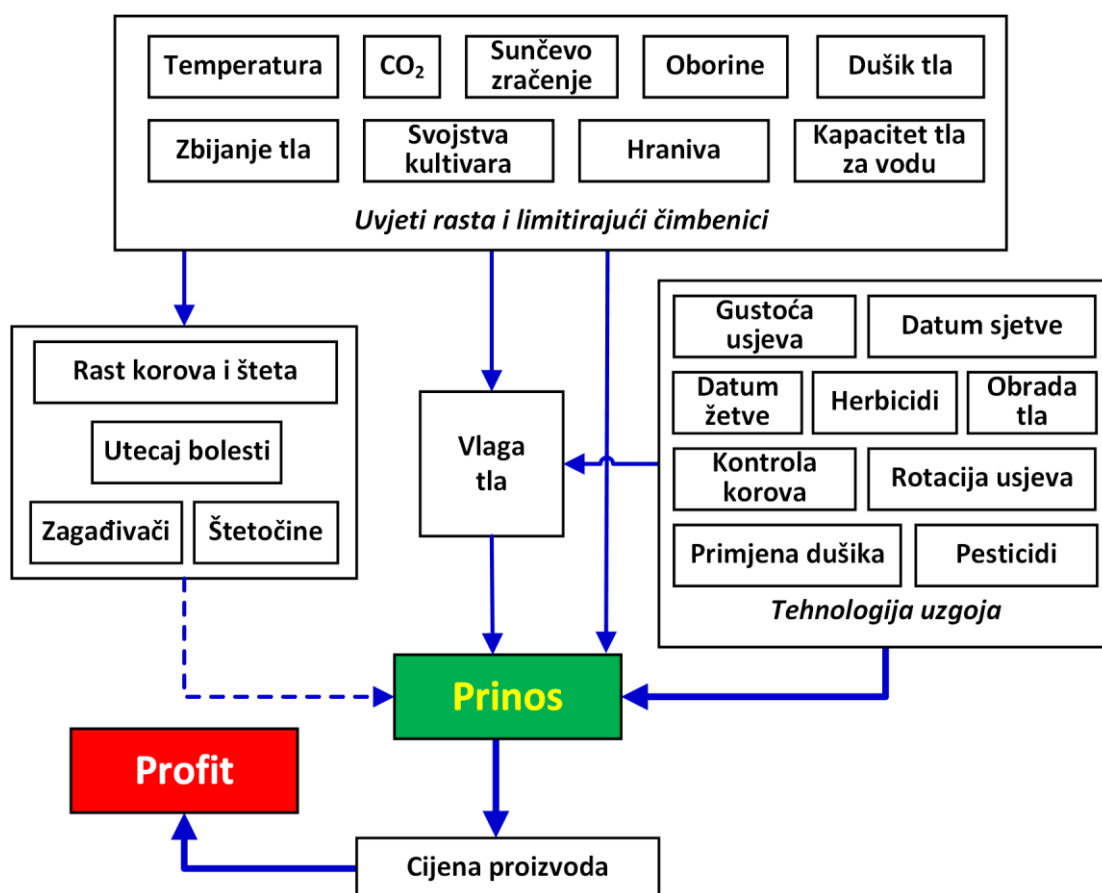
Uzgoj usjeva ključan je za opstojnost ljudske populacije, ali proizvodnja hrane neizostavno izaziva manje ili veće ekološko opterećenje za okoliš zbog sve veće primjene mehanizacije i kemikalija kako bi proizvodnja ostala u skladu s potražnjom hrane. Stoga je pred čovječanstvom važan, ali ujedno i složen zadatak kako povećati proizvodnju hrane primjenjujući metode koje neće generirati štetne promjene okoliša. Jedna od važnih metoda, koja se koristi podjednako u organskoj i konvencionalnoj poljoprivredi, jest i rotacije usjeva. I premda se rotacija usjeva primjenjuje tisućama godina, napredak u integriranoj biljnoj proizvodnji, prije svega odnosu prema korovima, štetnicima i bolestima, optimizaciji potrošnje vode i hraniva, sve više širi fokus na proučavanje rotacije.

Rotacija usjeva može biti jednostavna, ali i vrlo složena, posebice u organskoj (ekološkoj) proizvodnji, kao što je uključivanje međusjeva (intercropping), zimskih pokrovnih usjeva ("usjevi hvatači", odnosno "catch crops", npr. raž poslije kukuruza sprječiti će ispiranje hraniva tijekom zime, ali i rast korova), postrnih usjeva, siderata (zelena gnojidba ljeti), "živih malčeva", sjetva krmnog bilja iza glavnog usjeva i dr.

Pravilno planiranje učinkovitog rotacijskog slijeda svakako je velik izazov s kojim se poljoprivrednik suočava. Naime, učinkovito korištenje zemljišta čini kompleks međusobno povezanih čimbenika pa zadovoljiti *agrološke* (biološko-ekološke), *ekonomske* (ekonomsko-sociološke) i *tehničko-tehnološke uvjete* ni malo nije jednostavno, a ne pomažu puno niti različiti kompjuterski modeli ili primjena matematike. Naime, interakcije između usjeva i okoliša su složene zbog promjenjivih sezonskih vremenski uvjeta (npr. raspoloživost vode), varijabilne količine dušika u tijekom različitih vegetacijskih sezona, sve intenzivnijem napadu bolesti i štetočina i pojave njihove rezistentnosti itd. Također, potrebno je razmotriti izbor usjeva, njihov slijed, odnosno intenzitet i diverzitet plodosmjene. Zbog velikog broja faktora biljne proizvodnje poljoprivrednici cijeli postupak pojednostavljuju i najčešće planiraju rotaciju usjeva temeljem manjih troškova (inputi, raspoložive mehanizacije, potrebnog rada, znanja, rizičnost investicije itd.), mogućnosti plasmana i cijene proizvoda, uvažavajući *povijest primjene herbicida (rezidualni efekt)* i aleopatiju (međusobna kemijska interakcija pojedinih biljnih vrsta).

Takav pristup često isključuje složene rotacije usjeva te se planiraju i primjenjuju plodosmjene s očekivano najvećim kratkoročnim profitom. Naravno, kad u uskoj (dvo- ili trogodišnjoj) rotaciji usjeva prinosi stagniraju

ili padaju, uvođenje alternativnih vrsta usjeva u redosljedu rotacije može značajno povećati prinos, ali ostaje niz ekonomskih i tehničko-tehnoloških problema (npr. cijena proizvoda, mogućnost kreditiranja i/ili plasmana, adekvatna mehanizacija itd.). Objektivno, ma koliko se ističe potreba uvođenja pravilne rotacije treba jasno naglasiti kako ne postoji rotacija koja će ujedno optimizirati korištenje vode i hranjivih tvari, smanjiti bolesti i probleme korova i pouzdano rezultirati najvećom dobiti po hektaru. Dakle, „najbolja rotacija“ mora uzeti u obzir raspoloživost vode i hranjivih tvari u tlu, pojavu bolesti, štetnika i korova, evidenciju o upotrebi herbicida, raspoloživost opreme, cijenu proizvedene hrane, sposobnost (znanje) i želju za prihvaćanjem rizika i dr. (Slika 1.). Također, „najbolja rotacija“ nije ista za sve parcele jedne farme, dapače, različita je ovisno o vegetacijskim (vremenskim) i biljnim uvjetima, kao i za isto agroekološko područje.



Slika 1. Odnos između prinosa, čimbenika ograničenja, prakse uzgoja i profita (točkasta crta: negativan utjecaj na prinos, puna plava linija: utjecaj na prinos može biti pozitivan, kao i negativan)

Stoga EU trenutno pokušava potaći poljoprivredne proizvođače različitim vrstama potpora na poštivanje održive poljoprivredne prakse koja pogoduju kvaliteti tla, bioraznolikosti i općenito okolišu, kao što je primjerice diversifikacija kultura, očuvanje trajnih pašnjaka, ili pak očuvanje ekoloških područja na gospodarstvima (30 % izravnih plaćanja europskim poljoprivrednicima za praksu koja pogoduje kvaliteti tla, bioraznolikosti i općenito pogoduje dobrobiti okoliša). Kako god, rotacija usjeva je veoma važna jer izravno utječe na kratkoročnu dobit, ali i na dugoročnu održivost biljne proizvodnje jer se od učinkovite rotacije (Slika 1.) očekuje da:

1. smanji pojavu korova i štetočina,
2. smanji potrebu usjeva za gnojidbom,
3. tlo zadrži veću količinu vlage,
4. intenzivira prirodan ciklus kruženja hraniva u tlu,
5. poveća količinu žetvenih ostataka i tako poveća biogenost tla, odnosno
6. podigne razinu plodnosti tla i produktivnost biljne proizvodnje.

U poljoprivrednim sustavima profit je glavni interes, ali na žalost [samo nekoliko modela uključuje troškove i dobit pri planiranju rotacije usjeva](#). Temeljno načelo većine modela za planiranje rotacije je povećanje prinosa umjesto maksimiziranja profita. Uz to, uglavnom su vrlo kompleksni i teški za uporabu (npr. *DSSAT, APSIM, RIM, ROTAT, CROPWAT, AquaCrop* itd.) pa se u širokoj poljoprivrednoj proizvodnji rijetko koriste. Naravno, postoje i takvi modeli koju su jednostavniji i prihvatljiviji poljoprivrednim proizvođačima. Jedan, relativno jednostavan i nadasve razumljiv model sam prije nekoliko godina ([aplikacija u Excelu iz North Dakota-e, SAD](#)) adaptirao za naše agroekološko područje (dodani su datum sjetve i žetve, mogući konflikt sjetva/žetva kultura u slijedu, dužina vegetacije, broj dana zemljišta bez vegetacije, uključene su kulture tipične za RH i dr.), a rezultati modeliranja rotacije prikazani u tekstu [Utvrđivanje stupnja intenziteta i raznolikosti plodosmjene](#). Premda je [model radna verzija i nije potpuno dovršen, on korektno simulira različite rotacije i ocjenjuje intenzitet i diverzitet plodosmjene](#) te ga toplo preporučujem poljoprivrednim proizvođačima za provjeru i/ili ocjenu vlastitih planova rotacije, a sve prijedloge za unapređenje modela svakako ću seriozno razmotriti, moguće i uvrstiti u model.

Jednostavne rotacije

Glavni cilj većine poljoprivrednika je da kontrolira/upravlja glavnim faktorima ograničenja i/ili smanjenja profita, a da bi se postigla maksimalna dobit, potrebno je dugoročno optimizirati sustav uzgoja i održati ga isplativim i u nepovoljnim uvjetima na koje se ne može izravno utjecati (npr. loši vremenski ili ekonomski uvjeti). To je i osnovni razlog zašto se u praksi najčešće primjenjuju jednostavne i relativno uske rotacije, npr. kukuruz - pšenica - uljana repica - soja i sl. [Takve rotacije sadrže ograničeni broj usjeva koji se uzgajaju na istoj parceli](#), sadrže mali broj kombinacija, ali su lake za primjenu, a slijed kultura se može uvijek može promijeniti ako to zahtijeva tržište ili su u pitanju neki drugi razlozi.

Jednostavne rotacije s višegodišnjim usjevima

Također, u jednostavnu rotaciju može se uključiti i višegodišnji usjev, npr. lucerna i to je izvrstan trenutak za primjenu organskog gnoja, ako je na raspolaganju. Uvođenje višegodišnjeg usjeva u rotaciju dobro utječe na obogaćivanja tla hranivima (npr. dušikom s leguminozama), ali i na popravljavanje strukture tla uz višegodišnje trave i neke druge usjeve.

Rotacijski spojevi

To su zapravo dvije ili više jednostavnih rotacija u slijedu što omogućuje dug i raznolikiji proizvodni sustav, pri čemu još uvijek postoji ograničen broj usjeva pogodan za management i plasman proizvoda.

Složene rotacije

Složene, posebice nastavljajuće (*stacked*) rotacije su kod nas izuzetno rijetke i uglavnom su ograničene na poljoprivredno razvijene i tržišno uređenije zemlje od naše. Takve rotacije uključuju uzastopno istu vrstu usjeva, obično dva puta, nakon čega slijedi dulja stanika, npr. pšenica - pšenica - kukuruz - kukuruz - soja - soja ili uljana repica i tako se pokušava zadržati populacija štetnika kroz raznolikost u sekvencama i vremenskim intervalima uz preporučene izmjene dugotrajnih i kratkih rezidualnih herbicidnih programa. Ovakve rotacije mogu smanjiti troškove i minimizirati šanse na tolerantnost herbicida, te povećati otpornost i promjene staništa. Potrebno je istaći da složene rotacije nisu dobro istražene, pa neke sekvence usjeva možda neće biti idealne u svim vremenskim uvjetima, ili agroekološkim regijama.

Hibridne složene rotacije

[Vjerovatno su najmoćnija vrsta rotacije koja je osmišljena za hladnija i suša područja](#), a podrazumijeva uzgoj dvije žitarice za redom, a zatim slijedi četverogodišnja stanika za strna žitarice, npr., jara pšenica - ozima pšenica - grašak - kukuruz - kukuruz - suncokret. Ovaj tip rotacije najbolje je prilagođen za hladna i suha područja, kakva je i naša semiaridna kontinentalna klima. Hibridne složene rotacije usjeva pogodne su za veći

broj usjeva, perzistentni herbicidi od kojih je najpoznatiji atrazin se sigurno koristi za kukuruz ili krmni sirak, a duboki i snažan korijen suncokreta lako dolazi do dublje vlage u tlu.

Oponašanje prirode

Složeni koncepti rotacije ne bi smjeli biti nepoznati jer se kao takvi redovito događaju u prirodnim *biocenozama* (biljnim zajednicama). [Univerzalna strategija preživljavanja svih vrsta je genetska raznolikost.](#) To dopušta nekim vrstama da prežive u uvjetima koji eliminiraju ostale vrste. Naime, biljnu vrstu koja prevladava u prostoru određeno vrijeme nakon čega slijedi jasna promjena sastava biocenoze (*prirodna sukcesija*). Na kraju, poslije više sukcesija, izvorna će vrsta opet zauzeti prostor. Vremenski okvir za prirodne sukcesije je puno dulji negoli jednogodišnja rotacija usjeva, jer proticanje vremena za ljude ima potpuno drugačije značenje za bakterije ili gljive kao i uzgajane više biljke (stablašice, Cormophyta), ali načela su ista. Svaka vrsta ima posebnu strategiju preživljavanja koja im povećava šanse za preživljavanje i posve je različita u odnosu na ljude. Npr., mnogi jednogodišnji korovi proizvode ogroman broj sjemenki povećavajući vjerojatnost da će barem jedna od sjemenki preživjeti, drugi proizvode sjeme koje će prekinuti period mirovanja (*dormanciju*) u povoljnim godinama i/ili uvjetima itd.

Složene rotacije sadrže dugotrajnu stanku u rotaciji čime se prekida ciklus štetnika i bolesti, a kratki ciklusi u slijedu moraju biti dovoljno dugi da reduciraju pojavu određenih bolesti ili korova. Pažljivo proučavanje krivulja rasta pokazuje da prvi usjev doživljavaju napad tek nekoliko specifičnih štetočina. Ako se ista kultura posije/posadi drugi put u nizu problemi se smanjuju, a ponavljaju i rastu tek u trećoj godini (ili više godina, npr. u *monokulturi*). Ti problemi često rastu geometrijskom ili čak logaritamskom progresijom (npr.: 2, 4, 8, 16, 32, 64 ili 1, 10, 100, 1000), a kako ta zakonitost djeluje na pad, jednako kao i porast, samo obrnuto, kratka stanka nije dovoljna, osobito ako postoji uspješan mehanizam preživljavanja kao što je dormantnost sjemena korova. Npr., u posljednje vrijeme se [u Argentini se ustalila praksa uzgoja soje sedam godina uzastopce, a zatim se zemljište koristi narednih sedam godina kao pašnjak.](#)

[Praksa „odmaranja tla“ ili ugor](#) također je jedna od mjera protiv korova i bolesti. Iskustvo pokazuje da „*kemijski ugar*“ nije tako učinkovit u uništavanju korova, bolesti i insekata kao „*crni ugar*“, odnosno odmor tla. Također, rotacija usjeva mora pak biti tako podešena da spriječi samonicanje prethodne kulture koja je u narednom usjevu zapravo korov (što se vrlo često može vidjeti na našim poljima). Također, složene rotacije omogućuju korištenja različitih herbicidnih programa, posebno herbicida s dugotrajnim učinkom.

Linkovi:

Aplikacije u Excelu za izračun intenziteta i diverziteta rotacije:

- 1) [Crop Rotation Intensity and Diversity Worksheet \(North Dakota, SAD\)](#)
- 2) [Intenzitet i diverzitet rotacije usjeva \(adaptacija za agroekološko područje ist. Hrvatske\)](#)

U Osijeku 8. prosinca 2018. god.