

Diplomski studij :: bilnogojstvo
Smjer :: biljna proizvodnja

Plodoredi u ratarstvu

Prof. dr. sc. Danijel Jug

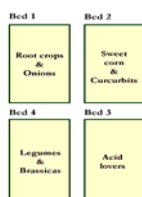
Podjela kultura

Šira oznaka	Kategorija usjeva	Pobliža oznaka
Botaničko - uzgojna	Jednogodišnji	Traju jednu vegetaciju-većina ratarskih i povrtnih kultura
	Višegodišnji	2 i više godina- korjenjače, repa, cikorkja i višegod. trave, djeteline
Sezonska	Ozimi (ozimine)	Siju se u ljeto-jesen, beru iduće godine
	Jari (jarine)	Siju se u proljeće, dozrijevaju u toj godini
	Ljetni usjevi	Jarine kraće vegetacije. Siju se ljeti i dozrijevaju u jesen
Agrotehnička	Predusjevi	Koji prethode usjevu
	Slijedeći usjevi	Koji slijede iza nekog predusjeva
	Nadusjevi	Velikog habitusa, odmakli u rastu u odnosu na podusjev
	Zaštitni usjevi	S ulogom zaštite- žitarice za djeteline
	Podusjevi	Manjeg habitusa, kasnije sjetve, traže zaštitu- djeteline u žitaricama
	Naknadni usjevi	Siju se nakon glavnog u proljeće i zriju u jesen
	Meduusjevi (interpolirani)	Interpolacija- prostorna i vremenska (podusjev, naknadni usjev)
Poljoprivredno- ekonomska	Glavni usjev	Najvažniji u ekonomskom smislu
	Sporadni usjev	Drugorazredno ekonomsko značenje

Plodored

- ❖ Plodored predstavlja pravilnu **prostornu i vremensku izmjenu usjeva** na proizvodnoj površini.
- ❖ Cilj je zamijeniti biološku ravnotežu prirodnih fitocenozu jer je odavno utvrđeno da se u ponovljenoj sjetvi prinosi smanjuju.
- ❖ Biljno uzgojni elementi plodoreda:
 - ✓ vremenska izmjena ili plodosmjena
 - ✓ prostorna izmjena ili poljosmjena, rotacija, ophodnja
 - ✓ odmor tla (ugar)
- ❖ Primjer **plodosmjene** - izmjena usjeva u vremenu
 1. god. pšenica
 2. god. šećerna repa
 3. god. kukuruz
 4. god. soja



Crop rotation



Plodored

❖ Primjer **poljasmjene**: Pretpostavka - $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ spomenutih sa istom plodosmjenom.

1. godina		2. godina	
I soja	II kukuruz	I pšenica	II soja
IV pšenica	III šećerna repa	IV šećerna repa	III kukuruz

Plodored

❖ Ugar - odmor tla

- > Uloga ugaru bila je naglašena u prošlosti radi obnavljanja plodnosti tla - nakupljanja humusa i dušika, te suzbijanja štetnih pojava u tlu ("umornosti tla").
- > Danas je ugar, zbog mogućnosti obilne gnojidbe i fitozaštite, izgubio prvotnu ulogu.

❖ Razlozi uvođenja plodoreda

- 1) BIOLOŠKI
- 2) AGROTEHNIČKI
- 3) ORGANIZACIJSKO-EKONOMSKI

Biološki razlozi uvođenja plodoreda

- > tolerantnost usjeva na ponovljenu sjetvu
- > širenje bolesti, štetočina i korova

❑ **TOLERANTNOST**

Usjevi različito reagiraju na ponovljenu sjetvu na istoj površini: neke lako podnose, a neke su osjetljive. Zato se prema stupnju tolerantnosti dijele na:

A) snažnije ili samostabilne ili autostabilne, kao npr.: trave, kukuruz, proso, sirak, zob, riža, krumpir, lupina, soja, grah, konoplja.

B) nesnažnije ili samolabilne kao npr.: ječam, crvena djetelina, lucerna, grašak, šećerna repa, lan, suncokret.

Biološki razlozi uvođenja plodoreda

Samolabilnost je glavni razlog izmjene usjeva - što je netolerantnost veća, rjeđe smije doći isti usjev na istu površinu. Visoka tolerantnost omogućuje slobodno ratarenje, čak i monokulturu (npr. kukuruz).

Netolerantnost usjeva vezuje se uglavnom za negativne procese u tlu koje skupnim nazivom imenujemo kao "**UMORNOST tla**".

Umornost tla se objašnjava na više načina, a kao glavni razlozi navode se:

- nedostatak aktivnih biljnih hraniva, osobito mikroelemenata
- nakupljanje nematoda
- nakupljanje drugih štetočina i bolesti
- poremećaj u normalnim odnosima skupina m.o. u tlu (poremetnja biološke ravnoteže u tlu - BAKTERIJSKA TEORIJA)
- nakupljanje inhibitornih tvari kao posljedica raspadanja ostataka usjeva ili izlučevina TOKSIKOZA (otrova) u tlu koje štetno utječu na vlastitu kulturu (teorija TOKSINA)

Od svih spomenutih, najveće probleme uzrokuju toksikoze (e) i poremećaji (d) biološke ravnoteže.

Biološki razlozi uvođenja plodoreda

➤ Prema bakterijskoj teoriji dolazi do promjena u normalnoj mikrobiološkoj slici tla:

- ✓ nestajanje korisnih skupina mikroorganizama i faune tla,
- ✓ nemogućnost stvaranja aktivnog sloja rizosfere,
- ✓ pojačano prisustvo ubikvističkih mikroorganizama koji štetno djeluju na korisne mikroorganizme.

➤ Osim toga, postoji i **negativna alelopatija** između mikroorganizama i kulturnih biljaka, a neki mikrobi luče i toksine.

➤ Poseban su problem **parazitarne nematode**, a u Europi su najznačajnije:

Nematoda krumpira	<i>Heterodera rostochiensis</i>
Nematoda repe	<i>Heterodera schachtii</i>
Nematoda zobi	<i>Heterodera avenae</i>
Nematoda djeteline	<i>Heterodera trifolii</i>



➤ Suzbijanje je teško, zato se preporučuje:

- izmjena usjeva
- otporne sorte
- nematocidne kulture (*Rauola*)

Biološki razlozi uvođenja plodoreda

❑ BOLESTI, ŠTETNICI I KOROVI

Jedan od prvih razloga za plodostmjenu. U monokulturi je razmnožavanje bolesti, štetnika i korova do te mjere da onemogućuju uzgoj određene kulture.

- polijeganje žitarica (*Ophiobolus graminis*)
- glavica raži (*Claviceps purpurea*)
- sovice (*Noctuidae*)
- repičin sjajnik (*Meligethes eneus*), itd.

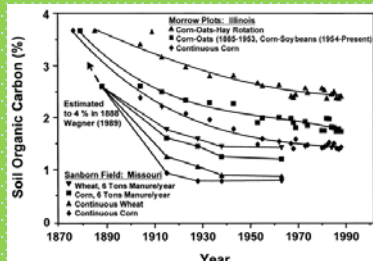


Agrotehnički razlozi uvođenja plodoreda

□ Održavanje razine humusa i povoljne strukture tla

Neki usjevi osiromašuju tlo humusom (kukuruz, žitarice), a drugi ga obogaćuju (leguminoze, trave). Stoga, pravilnom smjenom kultura možemo održavati određenu razinu humusa.

Grafikon:
Long-term effects of crop rotations on soil organic carbon.



Agrotehnički razlozi uvođenja plodoreda

□ Pravilno trošenje vode

Neke kulture troše više vode, druge manje. U smjeni se nadopunjuju. Ovo je svojstvo vrlo važno za aridna područja, dok u umjerenim i vlažnim prilikama nema značaja.

□ Različito zakorjenjivanje usjeva

Kulture različito prožimaju masu tla, po dubini i po širini, po intenzitetu (žitarice plitko, suncokret i repa duboko).

□ Bolje korištenje biljnih hraniva

Kulture različito koriste zalihe aktivnih hraniva, ali i teže pristupačne oblike (ječam slabo, dok lupina, heljda, bob - odlično koriste nepristupačni fosfor). Izmjena usjeva → ravnomjernije iskorištavanje.

□ Različita obrada tla

Različite kulture - različiti sustavi obrade po frekvenciji, dubini i vremenu. Povoljniji utjecaj na plodnost tla, ugošenje, uništavanje korova.

Organizacijsko-tehnički i ekonomski razlozi uvođenja plodoreda

□ Organizacijsko gledište

U monokulturi poljski radovi dolaze u isto vrijeme.

Posljedica: sezonsko i povremeno gomilanje strojnog i živog rada "ŠPICA RADOVA".

Više kultura: UBLAŽAVA - ŠIRI - RASTEŽE ŠPICU RADOVA na duže vremensko razdoblje.

□ Ekonomsko gledište

Godine su klimatski (vremenski) loše, dobre ili vrlo povoljne za jednu kulturu, ali ne i za drugu. Tu su i fluktuacije cijena na tržištu.

Više kultura čine gospodarstvo STABILNIJIM jer se ekonomski učinci kultura preklapaju.

Uostalom, zadatak je ratarske proizvodnje u osiguravanju različite vrste hrane za ljude i stoku. Ovo je dodatni razlog za uzgoj više kultura.

Izbor plodoreda

Čimbenici koji utječu na izbor plodoreda su:

1. Klima

- vlažnost klime
- termičke osobine
- insolacija
- vjetar

2. Tlo

- bonitetna vrijednost tla
- tekstura
- uslojenost
- vodni režim
- pH vrijednost
- sadržaj Ca- humusa, itd.

3. Kompatibilnost i sukcesija usjeva

4. Građevne jedinice s % zastupljenosti građevnih skupina usjeva u plodoredu

Izbor plodoreda - klima

✓Vlažnost klime

✓Dovoljno vode s povoljnim rasporedom - širok izbor ksero-, mezo- i higrofitna.

✓Manjak vode: kserofiti- šećerna repa, kukuruz, proso, sirak, suncokret.

Na prijelazu semiaridne u aridnu klimu (<300 mm - čak do 150 mm uz povoljnu evaporaciju) prakticira se **diskontinuirani** sustav biljne proizvodnje- **dry farming- suho ratarenje- crni ugar** u smjeni sa strnim žitaricama.

Strne žitarice iskorištavaju vlažni dio godine a završavaju u toplosuhom dijelu godine- pšenica, ječam, zob, raž.

Međutim, **diskontinuirani sustav biljne proizvodnje ima i druge razloge.**

Na sjevernoj granici ratarenja (Rusija) zime s jakim snijegom traju dugo, pa žetva ponekad dolazi iza povoljnog termina sjetve u jesen. Preostaje dakle izostaviti jednu vegetaciju kao ugar.

✓U **vlažnoj klimi** ugar se ne primjenjuje - dolazi širi izbor kultura (mezofiti).

✓U **subhumidnoj klimi** dolaze trave i djeteline.

Izbor plodoreda - klima



Izbor plodoreda - klima

Utjecaj tehničkih osobina na izbor plodoreda

- ✓ U razdoblju niskih temperatura → kriofilne ili frigofilne kulture.
- ✓ U razdoblju viših temperatura → termofilne kulture.

Ekonomska stabilnost gospodarstva

- ✓ Zbog različitih vremenskih prilika nikada ista godina nije jednako povoljna za sve kulture: zato se više kultura na gospodarstvu ekonomski "preklapaju".

Utjecaj insolacije na izbor plodoreda

- ✓ U podneblju s dosta sunca i topline kulture za šećer, ulje, aromatske tvari.
- ✓ U umjerenom podneblju kulture za škrob i bjelančevine.
- ✓ U vlažno hladnijem za vegetativnu masu.

Utjecaj vjetra na izbor

- ✓ Topli, hladni, jaki, suhi, vlažni - mogu ograničiti izbor kultura.

Vrijeme pojave toplinskog udara

- Uzrokuje ga: niska relativna vlažnost, visoke temperature zraka i zemljišna suša.
- Npr. krajem VI. i početkom VII. mjeseca za pšenicu → ranozrele sorte pšenice.

Izbor plodoreda - tlo

Tekstura

- Tla srednjeg teksturnog sastava - ilovače - pogodna su za sve kulture.
- Lagana tla - pjeskovita - za krumpir, raž, lupinu, ali ne i za djeteline i trave.
- Teža tla, glinovita su prikladna za trave i strne žitarice, neprikladna za korjenasto i gomoljasto bilje.

Utjecaj stratigrafije na izbor

- Povoljna stratigrafija omogućuje normalan rast korijena i vodni režim - za sve kulture.
- Duboka tla za šećernu repu, hmelj, lucernu.
- Plička tla sa dosta vode za trave.

Utjecaj pH na izbor

- Blago kisela tla za sve kulture.
- O srednje kisela za krumpir, raž.
- Alkalična: nepovoljna (halofiti - ječam, lucerna, bijela djetelina, suncokret, riža).
- Vapnena tla - leguminoze, šećerna repa, kupusnjače.

Utjecaj sadržaja humusa na izbor

- Više humusa pogoduje zeljastom povrću i za kulture voluminozne krmne, a šteti sjemenskoj proizvodnji, te naročito za šećernu repu - prekrupan korijen.

Izbor plodoreda-kompatibilnost kultura i sukcesija usjeva

Kompatibilnost ili ksenotolerantnost (podnošljivost različitih kultura uvjetno rečeno) se ogleda u utjecaju predkulture na plodnost tla preko:

- ostataka podzemnih organa
- međuproizvoda razgradnje ostataka
- pojave inhibicije- izlučevina ili međuproizvoda razgradnje
- stimuliranja ili kočenja procesa ugojenja
- pozitivnog ili negativnog djelovanja na strukturu tla
- širenja zajedničkih nematoda

Zato je ksenotolerantnost važna pri izboru sukcesije ili slijeda kultura.

Međutim, važni su i organizacijsko-tehnički čimbenici, a to su:

- ✓ vrijeme napuštanja predusjeva (radi omogućavanja slijedeće sjetve)
- ✓ stanje tla nakon predusjeva

Zato, ako promatramo zajedno ksenotolerantnost i organizacijsko-tehničke i ostale čimbenike, kao što su zahtjevi slijedeće kulture govorimo o **PLODOREDNOJ VRIJEDNOSTI USJEVA.**

Plodoredna vrijednost usjeva

➤ Prema ovoj vrijednosti usjevi se dijele na 5 skupina.

Red. Broj Skupine	Zahtjevi – uvjeti u pogledu:		Kakve uvjete ostavlja idućoj kulturi
	Plodnosti tla	Agrotehnike	
1.	Mali	Mali	Dobre
2.	Mali	Mali	Loše
3.	Zahtjevi u pogledu plodnosti tla i agrotehnike izjednačeni s uvjetima koje ostavlja idućem usjevu		
4.	Veći (veliki)	Veći (veliki)	Dobre
5.	Veći (veliki)	Veći (veliki)	Loše

Osnovno je: U plodoredu moraju biti zastupljene povoljne sukcesije usjeva, a treba izbjegavati negativne.

Izbor plodoreda – sukcesija

Primjer sukcesije prema KÖNECKE-u (1967)

sukcesija kultura	dikotiledonski-monokotiledonski		dikotiledonski-dikotiledonski		monokotiledonski-monokotiledonski	
	predusjev	sljedeći usjev	predusjev	sljedeći usjev	predusjev	sljedeći usjev
povoljne	oz. repica	oz. ječam	krumpir	šec. repa	oz. pšenica	zob
	grašak	oz. ječam	šec. repa	krumpir	zob	oz. pšenica
	lupina	raž	šec. repa	grašak	oz. pšenica	raž
	šec. repa	jari ječam	lucerna, crv. djetelina	krumpir	zob	kukuruz
	krumpir	oz. pšenica	grašak	oz. repica	raž	raž
	krumpir	ozima raž	rani krumpir	oz. repica	raž	raž
nepovoljne	krumpir	zob	krumpir	mak	jari ječam	oz. ječam
	šec. repa	oz. pšenica	lan	grašak	oz. ječam	jari ječam
	grašak	jari ječam	repica	šec. repa	oz. ječam	oz. pšenica
	kasni krumpir	ozima raž	crv. djetelina	šec. repa	jari ječam	oz. pšenica
	crv. djetelina	zob	grašak	šec. repa	zob	jari ječam
					jari ječam	zob

Izbor plodoreda – građevne jedinice

Građevne jedinice čine skupine kultura ili članovi plodoreda koje čine unutarnju strukturu plodoreda, a članovi mogu biti:

- **pravi**, npr. plodoredna trojka
- **krnji**, npr. plodoredna dvojka

Plodoredna trojka:

- ✓ Prava sastavljena na načelu od strne žitarice, okopavine i leguminoze
- ✓ Žitna sastavljena od 2 strne žitarice i okopavine
- ✓ Okopavinska- 2 okopavine i strna žitarica
- ✓ Krmna trojka- 2 samostabilne leguminoze i okopavina

Iz ovih dalje nastaju plodoredi s više polja - kombiniranjem >5 polja - višepoljni. Najbolji su plodoredi na temelju prave trojke:

- 1/3 strnih žitarica
- 1/3 okopavina
- 1/3 leguminoza

Nepraktično je imati više od 10 polja.

Plodored - ostali pojmovi

- > **Pravi plodored** - kad se podudara broj polja s brojem usjeva, 1 i više građevnih jedinica. Broj kultura je manji od broja polja ako je višegodišnja leguminoza.
- > **Jednostavni plodored** ako svako polje ima samo jednu kulturu.
- > **Složeni plodored** kad jedno polje dijeli više ksenotolerantnih kultura.
- > **Prekinuti plodored** ako jedna kultura iskače iz čvrste sheme, kao npr. višegodišnja lucerna.
- > **Intenziviranje plodoreda** - povećanje broja kultura u rotaciji, npr. s vremenskim međusjedom.
- > **Temeljna kultura** u rotaciji je ona s kojom počinje neka mjera, npr. gnojidba stajskim gnojim. Stavlja se stoga oznaka xx, polovična gnojidba x, mineralna na zalihu ++, itd.

Plodored - primjer

Polje	Glavna kultura	Interpolacije
1.	okopavine	-
2.	jara strnina s posijanom <u>djetelinsko-travnom smjesom</u>	-
3.	djetelinsko-travna smjesa	-
4.	okopavina	-
5.	strna žitarica	+ postrni usjev
6.	okopavina	-
7.	strna žitarica	+ ozimi krmni usjev
8.	okopavine za silažu	

Plodored - %-tni udio kultura

Važno s biološkog, agrotehničkog i organizacijskog stanovišta - gornja granica zastupljenosti.

- > **STRNE ŽITARICE**
Kao prosječna granica ≈ 50% sjetvenih površina. Raž može i do 100% (na pjeskovitom staništu). Pšenica maksimalno i rijetko 70-80%. U žitarskom trapolju žitarice su sa 66%.
- > **OKOPAVINE**
Kao prosječna granica 50% sjetvenih površina. Okopavine su heterogena skupina po tolerantnosti. Vrlo tolerantni, kao kukuruz i do 100%, najviše osjetljiva šećerna repa 33%. U okopavinskoj trajci 66%.
- > **LEGUMINOZE** - razne su tolerantnosti
Do 25%- samolabilne ili nesnošljive: djeteline, grašak, grah
Do 33%- osrednje tolerantne- grahorice
Do 66%- vrlo tolerantne- zrnate leguminoze- bob, soja

Plodored kroz povijest - praoblici

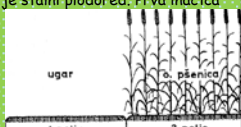
Od prapočetka agrikulture, čovjek je uvidio nužnost izmjene usjeva. Praoblik:

- 1. PRELOŽNI SUSTAV** - spaljena šuma, uporaba, nakon iscrpljivanja napuštanje-SELILAČKI TIP gospodarenja. Prelazilo se na novu površinu.
- 2. ZALEŽAJNI TIP** - osvajanje prašume, eksploatacija, napuštanje i nakon nekoliko desetljeća prirodne vegetacije ponovni povratak na istu površinu.
- U prostranstvima prirodnih travnjaka razvili su se **POLJSKO-TRAVNJAČKI PRELOŽNI SUSTAVI**. Stoka je napasivana određeno vrijeme i nakon iscrpljivanja napuštanu površinu.
- Kad se čovjek stacionirao na jednom mjestu započeo je **SUSTAV STACIONARNOG RATARENJA**. Započeo je stalni plodored. Prva inačica ovakvog plodoreda vezana je za stare civilizacije Sredozemlja:

* **SREDOZEMNO (MEDITERANSKO) DVOPOLJE**:

s 2 polja:

- * strna žitarica
- * ugar



Plodored kroz povijest - ugar

* **UGAR** predstavlja površinu koja se ne sije, a ako je taj period 2-3 i više godina, onda se naziva **PARLOG**.

- 1. Pravi jalovi ugar** - niti se obrađuje, niti sije
Jalovi može biti:
 - a) **Kasni jalovi ugar**, npr. kad se iza strnih žitarica ne obrađuje i ne sije do ljeta slijedeće godine.
 - b) **Rani jalovi ugar**- iza strnih žitarica tlo se ne obrađuje i ne sije do proljeća.
- 2. Crni ugar** - obrađuje se, ali se ne sije.
- 3. Zeleni ugar**
- kad se površina zasijava sideratom. To ustvari i nije ugar. Ali, tradicionalni naziv.
- 4. Crni ugar** u diskontinuiranom sustavu biljne proizvodnje DRY FARMING - suho ratarenje.
Duge zime, žetva iza optimalnog roka sjetve narednog usjeva.

Plodored kroz povijest - razvoj

* STARO SREDOZEMNO DVOPOLJE je kasnije evoluiralo u **DVOPOLJNI**

PLODORED BEZ UGARA i to u 2 smjera:

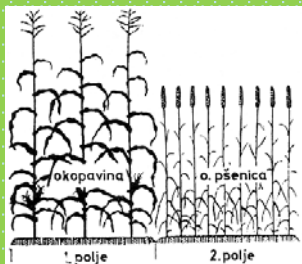
- umjesto ugara došle su dvije strne žitarice:
 - ozima
 - jara ili
- okopavina, pogotovo nadolaskom kukuruza
- strna žitarica

Kukuruz je vrlo dobro djelovao:

1. radi gnojide stajskim gnojem
2. okopavanje je uništilo korove
3. stabiliziralo se gospodarstvo u slučaju vremenskih oscilacija
 - loša godina za strninu,
 - dobra za okopavinu

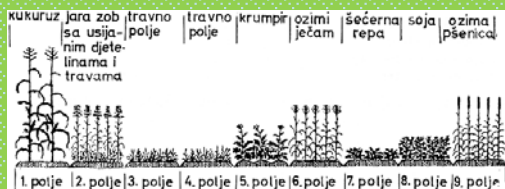
Nedostatak dvopolja:

1. nije bilo dovoljno krme
2. Kasna godina - loša sjetva žitarica



Plodored kroz povijest - razvoj

- ❖ Nakon revolucije u Rusiji razvili su se **višeopoljni plodoredi**, a razvio ih je **VILIJAMS**.
- Bila je premisa: održati tlo plodnim, a to traži mrvičastu strukturu, a ovo opet uzgoj trava i djetelina. Budući da su djeteline slabo tolerantne, trebalo je više polja, pa su tako nastali **višeopoljni VILIJAMSOVI travopoljni sustavi**.
- Na Vilijesovim postavkama razrađeni su plodoredi za žitarice, krmno bilje, industrijsko bilje, povrće, itd. Ovi su sustavi ponegdje zbog ekologije korigirani.



Plodored kroz povijest - razvoj

Razvili su se i **RATARSKI** ili **POLJSKI plodoredi**, s crvenom djetelinom do 7 polja, ili lucernom s još više, s travama do 3 godine.

Nakon II. svjetskog rata javlja se namjera smanjenja broja polja - **REGRESIJA ČVRSTIH PLODOREDA**.

U industrijaliziranim i urbaniziranim zemljama poljoprivreda postaje robni, tržišni proizvođač:

- smanjuje se broj zaposlenih u poljoprivredi (bolji život u gradu)
- ljudski rad zamjenjuju strojevi
- radna snaga poskupljuje, dolaze strojevi
- počinje specijalizacija
- odvaja se ratarstvo od stočarstva
- stoka se gomila na velike farme - prifarmski plodored

Plodored kroz povijest - razvoj

Posljedice ovakvog stanja:

- ❖ oranična proizvodnja ne treba krmu - sužava plodored
- ❖ jednostavna obrada forsira žitarice
- ❖ u okopavinama dolaze herbicidi
- ❖ smanjenjem uzgoja leguminoza povećava se **PROBLEM** strukture tla, pojačava se gaženje, smanjuje se uporaba stajskog gnoja, raste uporaba mineralnih gnojiva i pesticida.
- ❖ naglašava se potreba za pedohigijenom preko zelene gnojidbe (nematode, npr.)

No, proces regresije je neumoljiv - vodi prema **SLOBODNOM RATARENJU** (plodosmjerni) i **MONOPROIZVODNJI**.

II - Slobodna plodosmjena

Konjunktorno, tržišno ratarenje je uzgoj na tržištu najrentabilnijih kultura.

UVJET

Ovaj uzgoj se može organizirati ako ga ekološki čimbenici omogućuju, inače se moramo vratiti plodoredu.

Naime, još uvijek ostaje činjenica da čvrsti plodored djeluje kao ekobiološki "puffer sustav", odnosno on pokušava nadomjestiti biološku ravnotežu spontanih biocenoza. Potreba za ovom ravnotežom je to veća što je sklop čimbenika okoline nepovoljniji.

Što donosi ovaj sustav?

Bolji ekonomski prosperitet, ali u slobodnoj plodosmjeni usmjerenja su prema ponovljenoj sjetvi, a to povećava:

- ✓ problem tolerantnosti odnosno samolabilnosti
- ✓ u slobodnoj plodosmjeni redovito nema krmnih kultura, a najmanje djetelina i trava. Farme naime imaju krmni prifarmski plodored i zadovoljavaju potrebe.
- ✓ traže se povoljni ekološki uvjeti.
- ✓ traži se visokostručno znanje i organizacija (zaštita, gnojidba ...)
- ✓ izbor povoljnih sukcesija posebno je važan

III - Monoprodukcija

Uzgoj samo jedne kulture na istoj površini.

Terminološka objašnjenja - monokultura

- monoprodukcija

Sinonimi? Strogo stručno gledano nisu.

➤ Naime, za botaniku je monokultura uzgoj samo jedne kulture, jer ima u vidu spontanu biocenuzu s mnogo vrsta. Polje kukuruza je za botaniku monokultura.

➤ Za proizvođača, u slučaju ponovljene sjetve odgovara izraz monoprodukcija (monoprodukcija) - kao distinkcija od botaničkog shvaćanja.

➔ Neki autori predlažu podjama kratkotrajna monokultura kad ponovljena sjetva traje do 5 godina, i prava monokultura kad taj uzgoj traje više od 5 godina.

➔ Mihalić predlaže kao monokulturu vremenski neograničen uzgoj istog usjeva na istom mjestu, a kao kratkotrajnu monokulturu ponovljenu sjetvu ili u okviru čvrstog plodoreda ili slobodne plodosmjene.

➔ Povijesno gledano, trajan uzgoj iste kulture mogli bismo podijeliti na:

- a) monokulturu daleke prošlosti
- b) tradicionalnu monokulturu - kukuruz u SAD. U sjevernoj Europi na pjeskovitim tlima - raž, u Skandinaviji krumpir, u Aziji riža.
- c) suвременa monoprodukcija

Monoprodukcija - činjenice

O vrijednosti, odnosno štetnosti monokulture bilo je pokusa još u 19. stoljeću. Organizirana su, u nekoliko zemalja, pokusna polja s monoprodukcijom u višegodišnjem trajanju. Prikazani su prinosi, a kao 100 (relativni prinos) uzeti su prinosi iz prvog desetljeća.

Tablica: Prinosi kultura u dugogodišnjoj monokulturi

Kultura	Pokusna stanica	Godina u monokulturi							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pšenica	Rothamsted (Eng.)	100	103	78	101	92	89	69	46
Raž	Halle (Njem.)	100	96	98	71	78	60	-	-
Raž	Poltava (Rus.)	100	74	94	90	-	-	-	-
Ječam	Rothamsted	100	101	89	88	79	83	71	61
Zob	Ohio (SAD)	100	97	90	-	-	-	-	-
Kukuruz	Kingston (SAD)	100	82	73	-	-	-	-	-
Krmna repa	Rothamsted (Eng.)	100	93	89	90	103	-	-	-

Monoprodukcija - činjenice

Inferiornost monokulture, u odnosu na plodored je neosporna. No, danas su se mnoge stvari promijenile:

- nove sorte
- gnojidba
- zaštita
- suvremena agrotehnika

Međutim, kao činjenice ostaju:

- ✓ ponovljeni uzgoj tolerantnijih usjeva je RISKANTAN ili NEMOGUĆ sa samolabilnim usjevima.
- ✓ čimbenici netolerantnosti:
 - pojava štetne mikroflore i faune (npr. nematoda)
 - inhibitori i ostali čimbenici

Čak se i kod tolerantnijih usjeva javljaju novi problemi. Npr. divlji sirak u usjevu kukuruza. Dakle, dolazi do pojave bolesti, štetočina i korova s kojima je teško izaći na kraj.

IV - Konsocijacija kultura

□ **Konsocijacija** ili kombinacija kultura predstavlja uzgoj više kultura, na istom mjestu, u isto vrijeme.

Budući da se sada u istom trenutku nalazi više kultura, u središte pažnje dolaze njihovi odnosi:

- fizičko međudjelovanje - habitus kultura
- biljke upijaju različite tvari, ali i izlučuju tvari koje kiša ispiri (alohtone tvari) što utječe na druge kulture. To su organske kiseline, šećeri, aminokiseline, CO₂, fitoncidi, KOLINI (alelopatija).

Međusobni odnosi članova edafona putem aktivnih tvari:



Konsocijacija - alelopatija

➤ **Alelopatija** predstavlja kruženje fiziološki aktivnih tvari i njihovo djelovanje u agrofiteozama, a pripada u red pojava koje mogu značajnije utjecati na oblik i karakter pojedinih konsocijacija.

➤ **Alelopatija** je vrlo rasprostranjena u biljnom svijetu, a očituje se pomoću različitih ekoloških i biokemijskih mehanizama uz sudjelovanje različitih fiziološki aktivnih spojeva (opći naziv - KOLINI), s različitim brzinom djelovanja i različitim posljedicama.

➤ **Kolini** se mogu u vanjsku sredinu izlučivati u tekućem i plinovitom stanju putem:

- ✓ difuzije i isparljivih spojeva,
- ✓ razlaganjem izumrlih organa,
- ✓ izlučivanjem iz korijena,
- ✓ ispiranjem alohtonih tvari sa živih biljaka i
- ✓ izlučivanjem pri klijanju sjemena.

➤ **Značajan izvor kalina** u agrobiocenoza su biljni rezidui i organska gnojiva koja se unose u tlo, s negativnim implikacijama.

Konsocijacija - uvjet uspješnosti

- U slobodnoj prirodi ovi su odnosi u **KLIMAKSU** - ravnotežnom stanju, dok u agrobiocenazi čovjek odabire kulture, i zato **za uspješnu konsocijaciju ne smije**:
 - ✓ između partnera postojati negativna alelopatija
 - ✓ izlučevine korijenja i biljaka ne smiju štetno djelovati na m.o. tla
 - ✓ partneri ne smiju doći u kompeticijske odnose u primanju vegetacijskih čimbenika
 - ✓ kulture nadzemnim organima ne smiju ometati jedna drugu u primanju vegetacijskih čimbenika
 - ✓ ne smije doći do štetnog djelovanja alohtonih tvari
- **S proizvodnog stanovišta, konsocijacija ne smije**:
 - ✓ dovesti do razlika u razini plodnosti proizvodne površine
 - ✓ partneri fizički ne smiju smetati u izvođenju agrotehničkih zahvata za drugi usjev
 - ✓ partneri ne smiju međusobno nanositi štetu (polijeganje, itd.)

Konsocijacija - oblici

Konsocijacije mogu biti:

- konsocijacije oraničnih kultura
- konsocijacije povrtnih kultura
- konsocijacije oraničnih i povrtnih kultura
- konsocijacije drvenastih kultura
- konsocijacije drvenastih s oraničnim i povrtnim kulturama
- konsocijacije šumskog drveća s poljoprivrednim kulturama



Konsocijacija - razlozi uvođenja

- **Bolja uporaba proizvodne površine.** To je najvažniji razlog i ima više oblika:
 - **Ekstenzivna polikultura.** Primjenjuje se gdje je malo površina, niska plodnost tla, klima nepovoljna. Koriste se kombinacije ratarskih i povrtlarskih kultura.
 - **Intenzivna polikultura.** Koristi se više u povrtlarstvu, a u ratarstvu npr. bundeve i grah u kukuruzu.
 - **Korištenje slobodnog prostora u drvenastim ili šumskim kulturama.** Npr. na početku rasta, dok su drvenasti nasadi malog uzrasta - kukuruz u topoliku, a ako je razmak sadnje velik, trajno iskorištavanje (npr. u masliniku ratarske i povrtlarske kulture). Široki redovi loze (povrće u Istri). **Interkalarne** kulture.
 - **Kombinacije drvenastih kultura:** loza + maslina, maslina + badem (pozitivna alelopatija), razne voćke.
- **Pozitivno djelovanje na plodnost tla**
 - Kombiniranje kultura može pozitivno utjecati na nakupljanje humusa i mikroorganizama. Npr. trave + djeteline. Trave utječu na stvaranje humusa pri površini, a djeteline u dubljim slojevima tla. Uskug su C:N odnosa.

Konsocijacija - razlozi uvođenja

□ Povoljno djelovanje jednog partnera na drugog

Nije riječ samo o pozitivnoj alelopatiji već i o pozitivnom učinku korijenskih izlučevina. Npr. djeteline i trave. Djeteline stvaraju simbiotske fiksatore dušika a trave dobro koriste aminokiseline. Tu je i pozitivan učinak na kakvoću prinosa.

- ✓ Konoplja u repi → više šećera
- ✓ Repa u breskviku → više šećera
- ✓ Pšenica + duhan → bolja kakvoća oba partnera.

□ Iskorištavanje rubnog utjecaja kod partnera

Biljke u rubnom redu imaju veći vegetativni prostor za korijen i nadzemni dio, a time i veću mogućnost korištenja tog prostora. Rezultat → veći prinos. To je tzv. **RUBNI UČINAK**. Polazeći od te premise, nastale su konsocijacije pod nazivom **ZDRUŽENA SJETVA**.

- Kad nas se pokazala kao dobra kombinacija:
 - ✓ kukuruz i soja
 - ✓ kukuruz i krumpir
 - ✓ kukuruz i paprika
- Kao loša kombinacija:
 - ✓ ozima pšenica i kukuruz
 - ✓ šećerna repa i kukuruz

Konsocijacija - razlozi uvođenja

➤ Dakako, u združenoj sjetvi postoje problemi zbog razlika u:

- ✓ habitusu
- ✓ terminu sjetve
- ✓ vremenu nastupa kritičnih razdoblja
- ✓ razlika u potrošku vode, hraniva
- ✓ razlika u potrebi za svjetlom
- ✓ razlika u razmacima sjetve
- ✓ razlika u zahvatima njege
- ✓ razlika u fitozaštiti
- ✓ razlika u vremenu berbe i daljnjih zahvata obrade tla
- ✓ ovakva sjetva loše utječe na uniformiranost plodnosti površine.

Konsocijacija - razlozi uvođenja

□ Zaštitna uloga ili pomoć u rastu jednog usjeva drugom u konsocijaciji

- Partner većeg habitusa stvara povoljni fitoklimat za drugi usjev manjeg habitusa u početnom rastu - djetelina u ječmu, pšenici ili zobi.
- Jači usjev služi za penjanje drugom - pšenica, zob i ječam za grahorice, ili kukuruz za grah.

□ Dobivanje prinosa bolje kakvoće

- Trave i djeteline: bjelancevine i ugljikohidrati.

□ Bolje uporaba vegetacijskog razdoblja

- Jednim djelom zaštita podusjeva, a s druge strane bolja uporaba površine. Npr. - djeteline u žitarice: sjetva u proljeće, a nakon žetve slijedi podusjev.

□ Povećanje sigurnosti usjeva jedne kulture na granici areala njezinog uzgoja

- Npr. u sjevernim predjelima zbog niskih temperatura može stradati pšenica. Raž kao otpornija, u smjesi povećava sigurnost - SURAZICA. U Lici je to KARISIK.

Konsocijacija - činjenice

- > **Konsocijacije su bolje nego uzgoj jedne kulture** jer:
 - ✓ daju veće prinose,
 - ✓ štite od rizika,
 - ✓ štite od bolesti, štetočina pa i korova

Kako međudjelovanje između vrsta utječe na strukturu zajednica?

- > Kada jedna vrsta djeluje tako da dolazi do negativne reakcije od strane druge vrste, pa obje mogu koristiti potrebne resurse učinkovitiije kada žive zajedno nego kada žive odvojeno, javlja se **KOMPETICIJSKO PROIZVODNO NAČELO** ili **PROIZVODNO NAČELO OMETANJA (KOMPETICIJA ili INTERFERENCIJA)**.

Znači, često, premda kontradiktorno, borba za isti izvor, rezultira korišću za obje. Ali ne uvijek!

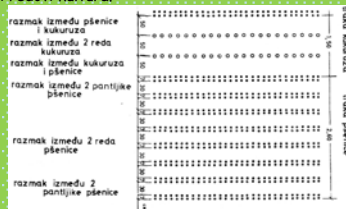
- > Kada se životna zajednica jedne vrste mijenja u pozitivnom smjeru pod utjecajem druge vrste tako da je prva vrsta potpomognuta drugom, imamo **PROMIDŽBENO PROIZVODNO NAČELO** ili **FACILITACIJU**.

Konsocijacija - podjela

□ **Konsocijacije dijelimo u 4 kategorije:**

- > miješane
- > uzgoj usjeva u redovima
- > uzgoj usjeva u trakama
- > preklapajuće konsocijacije

Kad **miješanih**, više kultura je izmiješano bez nekog reda. Takve su primitivne konsocijacije: primjer - **grah i bundeve u kukuruzu** ili **krumpiru**. **U redove** se sije 1-2 ili više kultura i tu su odvojeni redovi kultura.



Kod sjetve **u trake**, nekoliko je redova svake kulture odvojeno, pa u polju djeluju kao trake. Tako je u intenzivnoj poljoprivredi. Kultivacija je moguća za svaku kulturu posebno.

Konsocijacija - podjela

Kad **preklapajućih**, vegetacijsko razdoblje svake kulture nije međusobno jednako - jedna se kultura povlači, a druga tek jače nastupa. Npr. stočna repa u krumpiru - krumpir se vadi, a stočna repa nastavlja vegetaciju.



Konsocijacija - procjena uspješnosti

Uspjeh konsocijacija mjeri se relativnim prinosima

Dva su pokazatelja:

1. Ekvivalentni Zemljišni Odnos "EZO"
2. Relativna Ukupnost Prinosa "RUP"

1. **Ekvivalentni Zemljišni Odnos "EZO"** - predstavlja odnos zemljišta za isti relativni prinos koje kulture zahtijevaju u konsocijaciji naspram zemljišta koje za taj isti prinos zahtijevaju pojedinačno uzgajane kulture.

Primjer: na 1 ha konsocijacije proizvedeno je 10 jedinica kukuruza i 50 jedinica graha:

U isto vrijeme, za 10 jedinica kukuruza bilo je potrebno 0.75 ha, dok je za 50 jedinica graha bilo potrebno 0.5 ha, ili ukupno 0.75 + 0.5 = 1.25 ha ← dakle, konsocijacija je u ovom slučaju bila povoljnija, jer je zahtijevala manju površinu za isti ostvareni prinos!!!

Konsocijacija - procjena uspješnosti

2. **Relativna Ukupnost Prinosa "RUP"** - predstavlja sumu odnosa prinosa koju kulture postižu u konsocijaciji nasuprot prinosu koje na istoj površini postižu pojedinačno uzgajane kulture.

$$EZO = RP \text{ kukuruza} + RP \text{ graha} = \frac{\text{Kukuruz}_{\text{konsoc}}}{\text{Kukuruz}_{\text{zasebno}}} + \frac{\text{Grah}_{\text{konsoc}}}{\text{Grah}_{\text{zasebno}}}$$

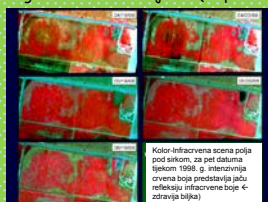
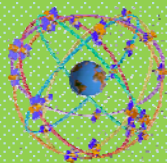
Prema tome, ukoliko je EZO (ili RUP) veći od 1.0, konsocijacija je učinkovitija, a ukoliko je manji od 1.0 zasebni uzgoj svake kulture je učinkovitiji. Vrijednost 1.0 kritična je vrijednost, iznad koje treba dati prednost konsocijaciji, a ispod nje zasebnom uzgoju svake kulture.

Precizno ratarenje

➤ **PRECIZNO RATARENJE (Precision farming)**

Unapređivanje poljoprivrede na račun računalne tehnologije u drugoj polovici XX stoljeća.

Upotreba računala, Globalnog Pozicijskog Sustava (*Global Positioning System, GPS*), satelitskih senzora mnogobrojnih spektralnih karakteristika i visoke razlučivosti za praćenje rasta i razvoja biljaka, brzih senzora za nadzor ishranjenosti i zdravstvenog stanja biljaka, karakteristika i procesa u tlu, te senzora za detektiranje mase i vlage uroda na kombajnama (mape uroda, tzv. **Yield maps**)



Kolor infracrvena slika polja pod sifrom, za pet datuma lipnom 1998. g. intenzivnija crvena boja predstavlja jaču refleksiju infracrvene boje (zdravija biljka)

Precizno ratarenje (nastavak)

Satelitski

 Prikupljanje uzoraka s terena
 - mape prinosa
 - uzorkovanje bilja i tla
 - poljski senzori


Računalno prikupljanje i obrada podataka

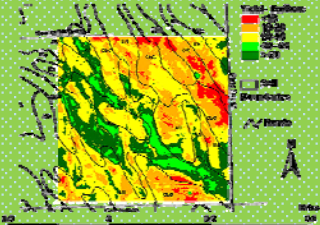
 baza podataka o prostornom smještaju, te stanju biljaka i tla
 [≈ Geo-Informacijski Sustav (GIS)
 ← iako ovaj obuhvaća i više od toga]





Mapa prinosa
 Nagib terena
 pH
 Prostorni položaj

Precizno ratarenje (nastavak)

GPS + senzori u kombajnu = Mapa uroda, tzv. Yield map

 Omogućeno automatizirano, precizno lokalizirano tretiranje "kriznih točaka" (tzv. hot-spots)



Kontrola dubine obrade, kultivacije

 Precizna sjetva
 Precizna gnojidba (N, P, K, Ca, ...)
 Precizna zaštita bilja

Precizno navodnjavanje, odvodnja, itd.


Hvala na pozornosti