

## Osnove tloznanstva i biljne proizvodnje

Preddiplomski studij: Agroekonomika i Hortikultura

## Sustavi biljne proizvodnje

Prof. dr. sc. Danijel Jug

## DEFINICIJA

- ❖ Sustavi biljne proizvodnje predstavljaju način korištenja tla
- ❖ Budući da ima više kategorija zemljišta (oranice, vrtovi, voćnjaci, vinogradi, travnjaci) postoje i sustavi biljne proizvodnje na
  - **oricama**
  - **za drvenaste kulture**
  - **travnjacima**
  - **konsocijacije ili kombinacije kultura**

## Podjela sustava

- ❖ Sustavi biljne proizvodnje na oranicama, mogu biti:
  1. PLODORED
  2. SLOBODNA PLODOSMJENA
  3. MONOPRODUKCIJA
  4. KONSOCIJACIJA KULTURA

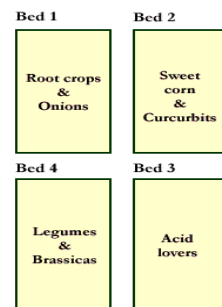
## PODJELA KULTURA

| Šira oznaka                  | Kategorija usjeva | Pobliža oznaka  |
|------------------------------|-------------------|---|
| Botaničko -<br>uzgojna       | Jednogodišnji     | Traju jednu vegetaciju-većina ratarskih i povrtnih kultura              |
|                              | Višegodišnji      | 2 i više godina- korjenjače, repa, cikorija 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                        |
| Poljoprivredno-<br>ekonomska | Glavni usjev      | Najvažniji u ekonomskom smislu  |
|                              | Sporadni usjev    | Drugorazredno ekonomsko značenje  |

## I - Plodored

- ❖ Plodored predstavlja pravilnu **prostornu i vremensku izmjenu usjeva** na proizvodnoj površini
- ❖ Cilj je zamijeniti biološku ravnotežu prirodnih fitocenoza 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



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

#### 1. godina

|            |                  |
|------------|------------------|
| I soja     | II kukuruz       |
| IV pšenica | III šećerna repa |

#### 2. godina

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| I pšenica       | II soja     |
| IV šećerna repa | III kukuruz |

#### 3. godina

|                |            |
|----------------|------------|
| I šećerna repa | II pšenica |
| IV kukuruz     | III soja   |

#### 4. godina

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| I kukuruz | II šećerna repa |
| IV soja   | III pšenica     |



#### ❖ 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 ponovljeni uzgoj na istoj površini: neke lako podnose, a neke su osjetljive. Zato se prema stupnju tolerantnosti dijele na:

- A) snošljive ili samostabilne ili autostabilne, kao npr.: trave, kukuruz, proso, sirak, zob, riža, krumpir, lupina, soja, grah, konoplja.
- B) nesnošljive ili samolabilne kao npr.: ječam, crvena djetelina, lucerna, grašak, šećerna repa, lan, suncokret.

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:

- a) nedostatak aktivnih biljnih hraniva, osobito mikroelemenata
- b) nakupljanje nematoda
- c) nakupljanje drugih štetočina i bolesti
- d) poremećaj u normalnim odnosima skupina m.o. u tlu (poremetnja biološke ravnoteže u tlu - BAKTERIJSKA TEORIJA)
- e) 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.

- 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 **parazitne nematode**, a u Europi su najznačajnije:

Nematoda krumpira *Heterodera rostochiensis*

Nematoda repe *Heterodera schachtii*

Nematoda zobi *Heterodera avenae*

Nematoda djeteline *Heterodera trifolii*



- Suzbijanje je teško, zato se preporučuje:

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

## ❑ BOLESTI, ŠTETNICI I KOROVI

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

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

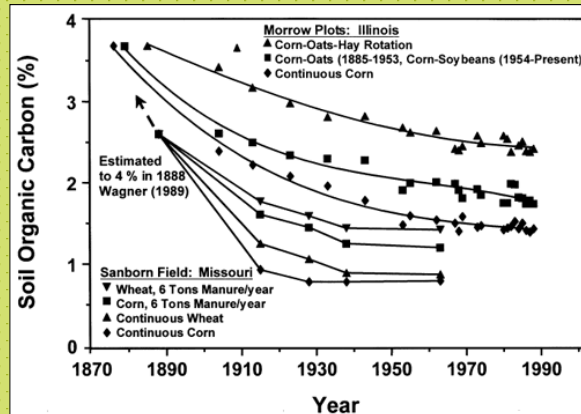


## Agrotehnički razlozi uvođenja plodoreda

### □ 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.



### □ 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, ugorenje, 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

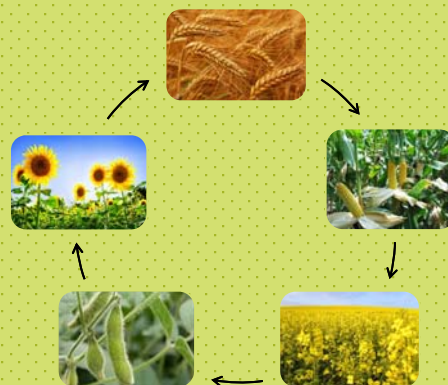
### □ Čimbenici koji utječu na izbor plodoreda su:

#### 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

## Klima

### □ vlažnost klime

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

✓ 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.

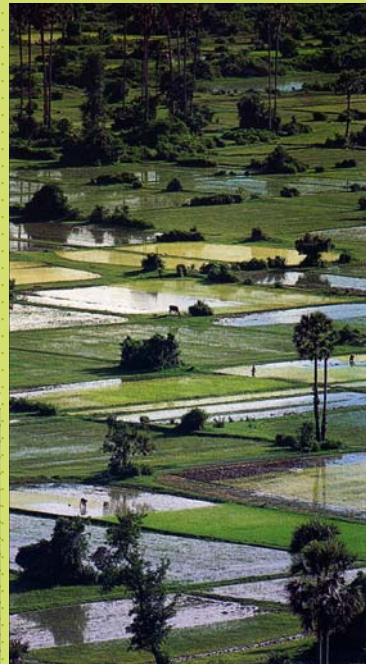
Strne žitarice iskorištavaju vlažni dio godine a završavaju u toplosuhom dijelu godine- pšenica, ječam, zob, raž.

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.

✓ Uzgoj u vodi: hidrofiti- riža.





#### □ 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.

## 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.
- Plitka tla sa dosta vode za trave.

#### □ Utjecaj pH na izbor

- Blago kisela tla za sve kulture.
- Osrednje 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 krme, a šteti sjemenskoj proizvodnji, te naročito za šećernu repu - prekrupan korijen.

## 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 ugorenja
- 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 **kxenotolerantnost i organizacijsko-tehničke** i ostale čimbenike, kao što su **zahtjevi slijedeće kulture** govorimo o **PLODOREDNOJ VRIJEDNOSTI USJEVA**.

## Sukcesija

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

Primjer sukcesije prema KÖNECKE-u (1967.)

| sukcesija kultura | dikotiledonski-monokotiledonski |                 | dikotiledonski-dikotiledonski |                 | monokotiledonski-monokotiledonski |                 |
|-------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
|                   | predusjev                       | slijedeći usjev | predusjev                     | slijedeći usjev | predusjev                         | slijedeći usjev |
| povoljne          | oz. repica                      | oz. ječam       | krumpir                       | šeć. repa       | oz. pšenica                       | zob             |
|                   | grašak                          | oz. ječam       | šeć. repa                     | krumpir         | zob                               | oz. pšenica     |
|                   | lupina                          | raž             | šeć. repa                     | grašak          | oz. pšenica                       | raž             |
|                   | šeć. 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       |
|                   | šeć. repa                       | oz. pšenica     | lan                           | grašak          | oz. ječam                         | jari ječam      |
|                   | grašak                          | jari ječam      | repica                        | šeć. repa       | oz. ječam                         | oz. pšenica     |
|                   | kasni krumpir                   | ozima raž       | crv. djetelina                | šeć. repa       | jari ječam                        | oz. pšenica     |
|                   | crv. djetelina                  | zob             | grašak                        | šeć. repa       | zob                               | jari ječam      |
|                   |                                 |                 |                               |                 | jari ječam                        | zob             |

## 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 - %-tni udio kultura

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

### ➤ STRNE ŽITARICE

Kao prosječna granica  $\approx$  50% sjetvenih površina. Raž može i do 100% (na pjeskovitom staništu). Pšenica maksimalno i rijetko 70-80%. U žitarskom tropolju 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 trojci 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

## Osnovna pravila primjene plodoreda

- Kulture sa dubokim korjenovim sustavom treba uzgajati nakon onih s plitkim, kako bi se održala dobra struktura, prozračnost i ocjeditost tla
- Potrebno je izmjenjivati kulture koje proizvode malu i veliku biomasu korijena - one s velikom biomasom (djetelinsko-travne smjese) osiguravaju jači protok organske tvari u tlu (veća biogenost tla)
- Izmjenjivati kulture koje usvajaju elementarni dušik iz atmosfere (leguminoze) s onima koje ga troše
- Kad god je moguće treba primjenjivati postrnu sjetvu, naknadnu sjetvu, međusjetvu i zelenu gnojidbu, kako bi tlo što kraće vrijeme bilo golo (sprječavanje zakorovljavanja, formiranja pokorice, ispiranja hraniva, erozije i popravak strukture tla)
- Izmjenjivati različite grupe kultura (žitarice, uljarice, krmne kulture, korjenjače idr.) kako bi se smanjila zakorovljenost
- Primjenjivati pravilo o minimalnom broju godina nakon kojih neka kultura može ponovo doći na isto mjesto
- Radi povećanja genetske raznolikosti potrebno je uzgajati različite sorte iste kulture
- Radi bolje i učinkovitije kontrole korova, kao i efikasnijeg rasporeda poslova, potrebno je izmjenjivati ozime i jare kulture

## 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 međusjevom.
- **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.

## Primjer 1. - plodored u ratarstvu

Jednostavni plodored

I GODINA

(okopavine - kukuruz, krumpir, suncokret...)

II GODINA

(strne žitarice - pšenica, ječam, raž...)

III GODINA

(jednogodišnje i višegodišnje leguminoze - soja, grahorica...)

| Kultura      | Uzgoj na istoj površini poslije godina |
|--------------|--|
| Blitva       | 3                                      |
| Celer        | 3                                      |
| Cikla        | 3                                      |
| Cvjetača     | 4                                      |
| Dinja        | 4                                      |
| Endivija     | 3                                      |
| Grah mahunar | 4                                      |
| Kelj         | 4                                      |
| Korabica     | 4                                      |
| Krastavac    | 4                                      |
| Krumpir      | 4                                      |
| Kupus        | 4                                      |
| Lubenica     | 4                                      |
| Matovilac    | 3                                      |
| Mladi luk    | 3-4                                    |
| Mrkva        | 3                                      |
| Paprika      | 4-5                                    |
| Patlidžan    | 4                                      |
| Peršin       | 3                                      |
| Radič        | 3                                      |
| Rajčica      | 4-5                                    |
| Rotkvica     | 4                                      |
| Salata       | 3                                      |
| Špinat       | 3                                      |
| Tikvica      | 4                                      |

## Primjer 2. - plodored u ratarstvu

Složeni plodored

| 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   |                     |

### Primjer 3. - plodored u povrtlarstvu

#### I GRUPA

vrste koje se obilno gnoje stajskim gnojem (kupusnjače, rajčica, paprika, patlidžan, celer, poriluk, crveni luk)

#### II GRUPA

vrste s manjom potrebom za stajskim gnojem i često se uzgajaju druge godine nakon gnojidbe stajskim gnojivom (korjenaste vrste, bijeli luk, salata, špinat, rotkva, rotkvica)

#### III GRUPA

vrste koje obogaćuju tlo dušikom (grašak, mahune, grah, bob)

Treba izbjegavati uvođenje u plodored jedne za drugom povrtlarskih vrsta koje pripadaju istoj porodici zbog toga što one najčešće imaju iste bolesti i štetnike. Ovo naročito vrijedi za rajčicu, patlidžan i krumpir, zatim za korjenasto povrće (mrkvu, peršin, celer i pastirnjak) kao i za krastavac.

### 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

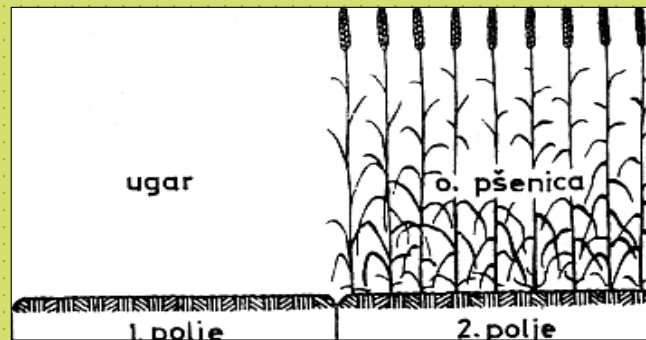


## Plodored kroz povijest - praoblici

- U prostranstvima prirodnih travnjaka razvili su se **POLJSKO-TRAVNJAČKI PRELOŽNI SUSTAVI**. Stoka je napasivana određeno vrijeme i nakon iscrpljivanja površina je napušтана
- 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)  
dvpolje:

- \* 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**
- Pravi jalovi ugar** - niti se obrađuje, niti sije  
Jalovi može biti:
    - Kasni jalovi ugar**, npr. kad se iza strnih žitarica ne obrađuje i ne sije do ljeta slijedeće godine.
    - Rani jalovi ugar**- iza strnih žitarica tlo se ne obrađuje i ne sije do proljeća
  - Crni ugar** - obrađuje se, ali se ne sije
  - Zeleni ugar**  
- kad se površina zasijava sideratom. To ustvari i nije ugar. Ali, tradicionalni naziv
  - 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:

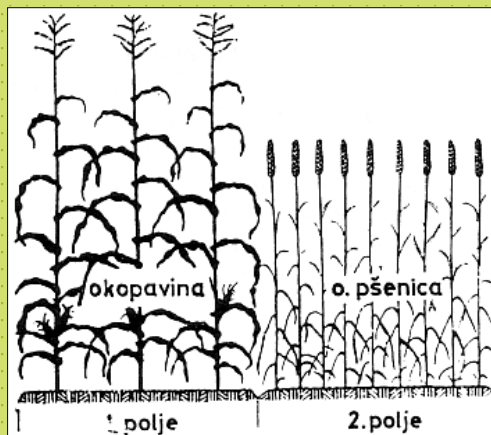
- umjesto ugara došle su dvije strne žitarice:
  - ozima
  - jara ili
- okopavina, pogotovo nadolaskom kukuruza
- strna žitarica

Kukuruz je vrlo dobro djelovao:

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

Nedostatak dvopolja:

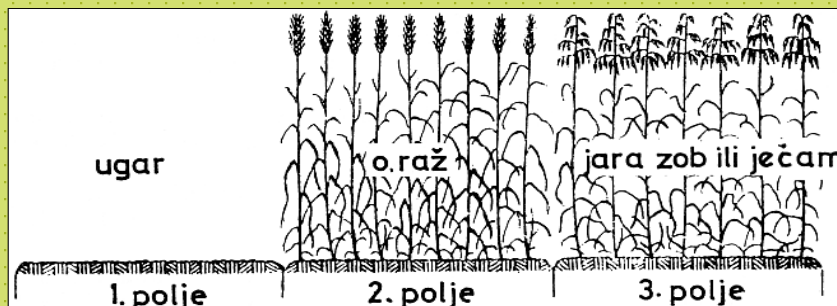
1. nije bilo dovoljno krme
2. Kasna godina - loša sjetva žitarica



❖ U feudalizmu, dvopolje antike prelazi u tropolje. **FEUDALNO TROPOLJE** (za Karla Velikog 1742-1814):

1. polje - ugar - jalovi za napasivanje stoke
2. polje - ozima strnina- ozima raž, pšenica
3. polje - jara strnina- jara zob ili ječam

Pojava kukuruza i krumpira poboljšala je feudalno tropolje. Izbacuje se ugar a ulazi okopavina ili čak okopavinsko tropolje: dvije okopavine i strnina.

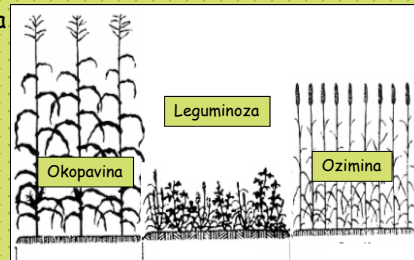




❖ Kod nas je nastala modifikacija u tzv. **STARO SLAVONSKO TROPOLJE**, koje se sastojalo od:

1. polje - okopavine (xx) - kukuruz
2. polje - zrnata leguminoza - grahorica
3. polje - ozima strnina - pšenica

**Vrlo dobra kombinacija na mjembenom principu!**



❖ U 13. stoljeću u Engleskoj za Cromwella, poboljšava se mediteransko dvopolje i feudalno tropolje u **NORFOLŠKI plodored** (pokrajine Norfolk i Suffolk) koji se sastojao od:

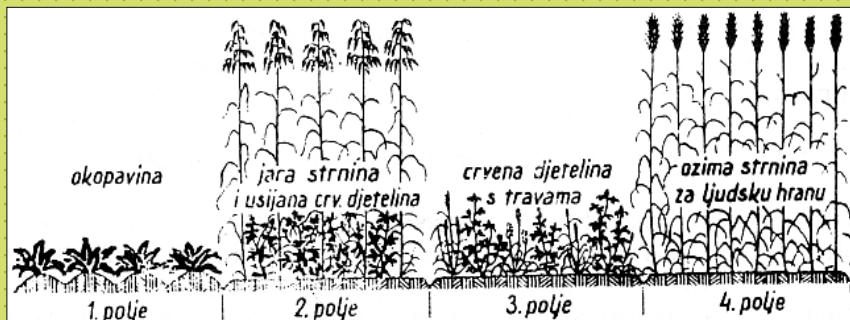
1. polje - okopavina (xx) - krmna repa
2. polje - jara strnina s usijanom djetelinom (ječam)
3. polje - djetelina
4. polje - ozima strna žitarica (pšenica, raž)

Davao je dovoljno kvalitetne krme (stajski gnoj), a rotacija je bila povoljna.

- U 18. je stoljeću ovaj plodored počeo prodirati u Europu. No, zbog prebrzog vraćanja djetelina na isto tlo javila se **UMORNOST tla**.
- **THAER** je predlagao zamijeniti djeteline zrnatom leguminozom. No, potreba za krmom proširila je plodored na više polja.

❖ Osim Norfolškog plodoreda, bilo je poznato i **OKOPAVINSKO MJEMBENO ČETVEROPOLJE**:

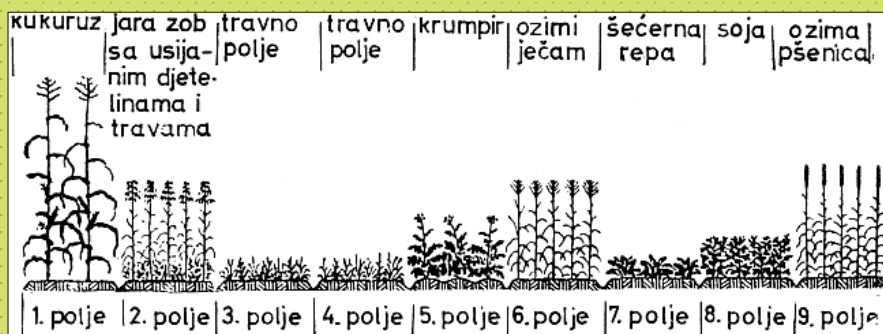
1. polje -okopavina xx
2. polje -jara strnina
3. polje -okopavina
4. polje -ozima strnina



❖ Nakon revolucije u Rusiji razvili su se **više-poljni plodoredi**, a razvio ih je **VILIAMS**.

➤ 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 **više-poljni Viliamsovi travopoljni sustavi**.

➤ Na Viljemsovima razrađeni su plodoredi za žitarice, krmno bilje, industrijsko bilje, povrće, itd. Ovi su sustavi ponegdje zbog ekologije korigirani.



Razvili su se i **ratarški** 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

#### Posljedice ovakvog stanja:

- ❖ oranična proizvodnja ne treba krmu - sužava plodored
- ❖ jednostavna obrada potiče razvoj žitarica
- ❖ 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.)

Proces regresije je nezaustavljiv - vodi prema SLOBODNOM RATARENJU (plodosmjerni) i MONOPROIZVODNJI.

## II - Slobodna plodosmjerna

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 "pufar 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 plodosmjerni usmjerenja su prema ponovljenoj sjetvi, a to povećava:

- ✓ problem tolerantnosti odnosno samolabilnosti
- ✓ u slobodnoj plodosmjerni 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



#### Monoprodukcija predstavlja 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 biocenozu 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 podpojam 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 plodoređa ili slobodne plodostrojbe.
- 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) suvremena monoprodukcija

## 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.

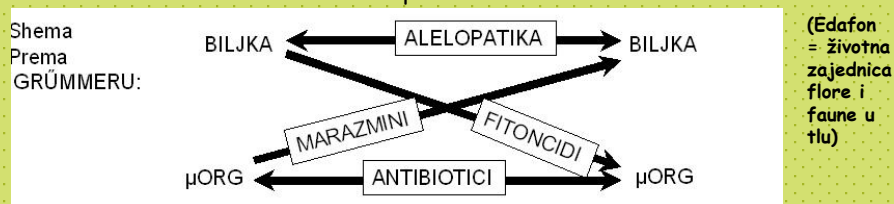
## III - Konsocijacije

- **Konsocijacija ili kombinacija kultura ili združena sjetva** 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
- kemijsko međudjelovanje - biljke upijaju i izlučuju različite tvari koje mogu utjecati na druge kulture (organske kiseline, šećeri, aminokiseline, CO<sub>2</sub>, fitoncidi, kolini (alelopatija)).

Međusobni odnosi članova edafona putem aktivnih tvari:



- **Alelopatija** predstavlja kruženje fiziološki aktivnih tvari i njihovo djelovanje u agrofitocenoza, 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 različitom 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 kolina 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 agrobiocenozi 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. Uskog 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**.

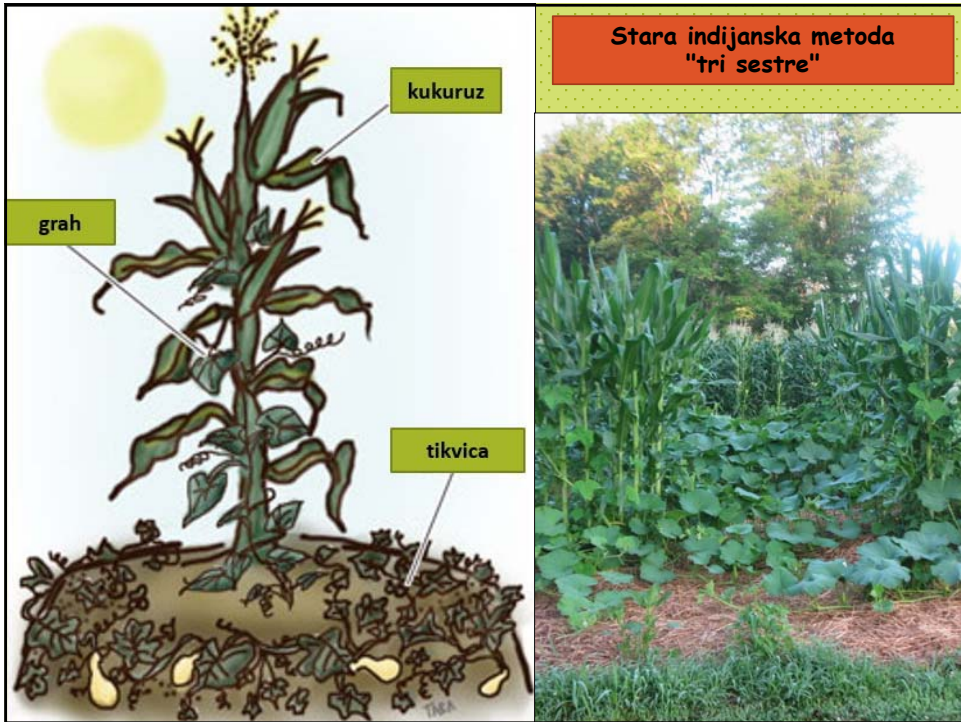
- Kod nas se pokazala kao dobra kombinacija:
  - ✓ kukuruz i soja
  - ✓ kukuruz i krumpir
  - ✓ kukuruz i paprika
- Kao loša kombinacija:
  - ✓ ozima pšenica i kukuruz
  - ✓ šećerna repa i kukuruz

## Primjer dobrih i loših susjeda

| Vrsta      | Dobri susjedi                           |
|------------|---|
| Bijeli luk | Rajčica, cikla, mrkva, grah             |
| Blitva     | Rotkva, rotkvica, mrkva, mahune         |
| Crveni luk | Crveni luk, bijeli luk, krastavac       |
| Krastavac  | Crveni luk, grah, celer, cikla, salata  |
| Krumpir    | Špinat, koraba, mahune                  |
| Rajčica    | Špinat, celer, rotkvica, rotkva, salata |

| Vrsta      | Dobri susjedi                 |
|------------|-------------------------------|
| Krastavac  | Rotkva, rotkvica              |
| Krumpir    | Rajčica, celer, cikla, grašak |
| Poriluk    | Grah, cikla, grašak, mahune   |
| Crveni luk | Mahune, grah                  |
| Rajčica    | Krumpir, grašak               |





### 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: bjelančevine i ugljikohidrati.
- ❑ Bolja 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 - SURAŽICA.  
U Lici je to KARIŠIK.

### 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 - 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 učinkovitije 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**.

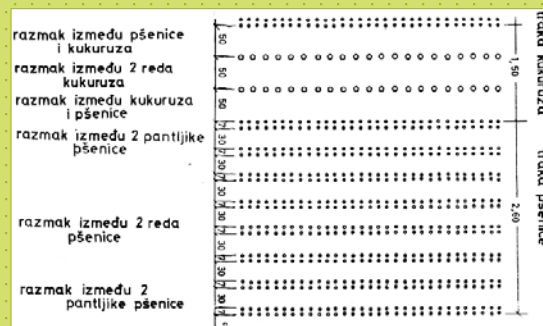
### Konsocijacija - podjela

- **Konsocijacije dijelimo u 4 kategorije:**
  - miješane
  - uzgoj usjeva u redovima
  - uzgoj usjeva u trakama
  - preklapajuće konsocijacije

Kod **miješanih**, više kultura je izmiješano bez nekog reda. Takve su primitivne konsocijacije: primjer- **grah i bundeve u kukuruza 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.



Miješana konsocijacija



Konsocijacija u trakama



### Konsocijacija - podjela

Kod **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.

$$EZO = RP \text{ kukuruza} + RP \text{ graha} = \frac{Kukuruz_{konsoc}}{Kukuruz_{zasebno}} + \frac{Grah_{konsoc}}{Grah_{zasebno}}$$

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.



Hvala na pozornosti !!!

