

# Supstrati i gnojidba

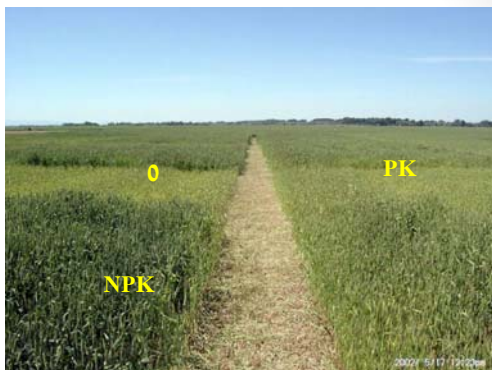
prof.dr.sc.Irena Jug

- Rast biljaka povezan je s tvorbom organske tvari, odnosno biološkog i poljoprivrednog prinosa.
- **Biološki prinos** = prinos ukupne organske tvari.
- **Poljoprivredni prinos** = dio ili dijelovi zbog kojih se biljke uzgajaju.
- Biološkim prinosom biljke **iznose hraniva** (elemente) iz tla, a poljoprivrednim prinosom **odnose hraniva** iz tla
- Za više prinosa treba biljci osigurati i veće količine hraniva.
- Poznavanje potrebnih količina elemenata ishrane potrebno je za izračun **gnojidbe**

- Uporaba gnojiva je neophodna radi postizanja visokih prinosa te isplativosti rada i ulaganja u biljnu proizvodnju.
- Moderna gnojidba temelji se na kemijskom konceptu ishrane bilja, značajno utječe na povećanje poljoprivredne produkcije uz bolji kvalitet hrane .
- Povoljni efekt gnojidbe je povećanje plodnosti tla što rezultira visokim i stabilnim prinosima, većom otpornošću na bolesti i klimatske stresove.

- Svrha gnojidbe je:
    - dodatak i nadoknada prirodnom izvoru hraniva kako bi se zadovoljile potrebe biljaka za ostvarenje visokih prinosa,
    - kompenzacija gubitka i odnošenja hraniva iz tla
    - poboljšanje nepovoljnih svojstava tla.
  - Uslijed visoke opskrbljenosti tla hranivima (pojačana gnojidba ili drugi izvori) može doći do niza negativnih posljedica: toksičnosti, indukcije deficita drugih hraniva, utjecaj na tvorbu hormona
- Primjer : Suvišak N uzrokuje kompeticiju između vegetativnih i skladišnih organa, favorizira vegetativni rast i smanjuje koncentraciju ugljikohidrata u skladišnim biljnim organima (sadržaj saharoze u korijenu šećerne repe ili škroba u krumpiru ili pivarskom ječmu).

## Gnojidbeni kalibracijski pokus na pšenici



- Čimbenici koji mogu negativno utjecati na visinu prinosa i kvalitetu poljoprivrednih proizvoda su:
  - bolesti (patogeni, korovi).
  - stresni faktori (loša fizikalna i kemijska svojstva tla, zagađenost zraka i vode, ekcesno ultravioletno zračenje i dr.)
  - ostalo:
    - žetva
    - skladištenje
    - ekonomski uvjeti

- Gnojidba osigurava poljoprivrednim usjevima ishranu biogenim elementima kojih u tlu nema dovoljno za postizanje visokih i stabilnih prinosa.
- Gnojidba je agrotehnička mjera koja povećava produktivnost staništa i uložnog rada u poljoprivrednoj proizvodnji.
- Poznavanje raspoložive količine hraniva u tlu i potrebe biljaka za elementima ishrane omogućuje dobru procjenu doze gnojiva

Sve tvari organskog ili mineralnog porijekla koje obogaćuju tlo aktivnim tvarima, djeluju na povećanje plodnosti antropogenog tla i na povećanje biološkog prinosa, nazivaju se gnojiva

#### PODJELA GNOJIVA

Gnojiva se dijele prema podrijetlu, sastavu, vremenu unošenja, vrsti hranjivog elementa, agregatnom stanju i načinu djelovanja

##### Prema podrijetlu:

- mineralna gnojiva – najvećim djelom su mineralne soli
- organska gnojiva – hraniva su pretežno u org. obliku i najčešće su prirodnog podrijetla (stajnjak, kompost, slama)
- organomineralna gnojiva – smjesa organskih i mineralnih
- bakterijska gnojiva – sadrže bakterije koje transformiraju nepristupačne oblike hraniva u pristupačne

##### Prema vremenu unošenja:

- osnovna - koja se nose pod brazdu.
- startna - koja se nose neposredno prije ili za vrijeme sjetve.
- gnojiva za prihranu - koja se dodaju tijekom vegetaciju.

##### Prema vrsti hranjivog elementa:

- dušična, fosforna, magnezijeva, borna, kalijeva, manganova, kalcijeva, cinkova, molibdenova, itd

##### Prema sastavu:

- pojedinačna (sadrže samo jedan biogeni element)
- miješana (fizička smjesa pojedinačnih gnojiva)
- kompleksna (proizvod kemijskih reakcija s dva i više biogenih elemenata)

##### Prema agregatnom stanju:

- kruta: praškasta, peletirana (prah komprimiran u granule ili štapiće, koji mogu sadržavati pesticide, hormone i druge dodatke), trionizirana (npr. granule vermikulita + NPK), granulirana
- tekuća: prave otopine (nemaju talog) i suspenzije
- plinovita: pri normalnom atmosferskom tlaku su plinovita

##### Prema načinu djelovanja:

- direktna gnojiva – brzo se hidroliziraju do oblika koje biljke brzo apsorbiraju
- indirektna gnojiva – sadrže biogene elemente ali u obliku koji biljke ne mogu odmah usvojiti (humus, vapno) te je njihov utjecaj posredan

## MINERALNA GNOJIVA

- pretežno soli dobivene preradom prirodnih materijala i proizvodi koji sadrže elemente neophodne za rast i razvoj biljaka i postizanja visokih i stabilnih prinosa
- osnovna svojstva su:
  - koncentracija hraniva (aktivne tvari)
  - higroskopnost
  - granulacija
  - fiziološka reakcija gnojiva
  - topivost gnojiva

##### Koncentracija aktivne tvari

- izražava se u %
- koncentracija aktivne tvari je suma pojedinačnih koncentracija hraniva (gnojivo formulacije 15 : 15 : 15 ima 45 % aktivne tvari)
- s obzirom na koncentraciju, razlikujemo: nisko, srednje i visoko koncentrirana gnojiva

##### Higroskopnost gnojiva

- nepovoljno svojstvo jer dovodi do sljepljivanja granula
- obavlja se kondicioniranje i presvlačenje hidrofobnim opnama (sprječavanje sljepljivanja granula uslijed vlaženja ili kemijskih reakcija između granula)

### Granulacija

- vrlo je važna ujednačenost granula zbog ravnomjernog raspodjeljivanja
- gnojiva se manje sljepljuju, sipka su i ne dolazi do prašenja prilikom njihove primjene
- imaju manju dodirnu površinu s česticama tla pa se postupno otapaju što predstavlja značajan izvor hraniva za biljke
- najpovoljnija veličina granula – 2-3 mm u promjeru



### Fiziološka reakcija gnojiva

- razlikuje se od kemijske reakcije gnojiva.
- Ovisi o elementu iz gnojiva koji ostaje u tlu nakon usvajanja biljkom.
- Prema ovoj reakciji gnojiva se dijele na:
  - fiziološki kisela (višak aniona u tlu)
  - fiziološki neutralna (podjednako usvajanje kationa i aniona)
  - fiziološki alkalna (višak kationa u tlu)
- **Fiziološki kisela gnojiva** su npr. kalijeva gnojiva KCl i  $K_2SO_4$ . Oba su kemijski neutralna (soli jake baze i jake kiseline).

- Nakon primjene tih gnojiva K se usvaja korijenom biljaka i mikroorganizmima ili adsorbira i fiksira u tlu, a u otopini tla ostaje višak  $Cl^-$  ili  $SO_4^{2-}$  iona. Reakcijom aniona s vodom dobiju se jake kiseline HCl ili  $H_2SO_4$ , koje povećavaju kiselost tla, odnosno snižavaju pH.
- **Fiziološki neutralna gnojiva** su npr.  $KNO_3$  i  $MgSO_4$  iz kojih biljke podjednako koriste anion i kation, te se ne mijenja pH tla.
- **Fiziološki alkalna gnojiva** su npr.  $NaNO_3$  i  $Ca(H_2PO_4)_2$  iz kojih ostaje višak Ca ili Na kationa koji u reakciji s vodom daju NaOH ili  $Ca(OH)_2$ . Tada dolazi do povećanja alkalnosti, odnosno pH tla.

### Topivost gnojiva

- ovisno o obliku hraniva u gnojivima, stupanj topivosti može biti različit
- Topivost gnojiva je vrlo značajna s aspekta brzine djelovanja i ukupnog efekta usvajanja elemenata ishrane od biljke, ili mogućnost gubitaka gnojiva iz zone korijenovog sustava
- Prema topivosti gnojiva djelima na:
  - vodotopiva
  - topiva u kiselinama
  - netopiva gnojiva

- Kriterij za ocjenu vrijednosti gnojiva je utjecaj na promjenu plodnosti tla preko kemijskih, fizikalnih ili bioloških promjena.
- Mineralna gnojiva se primjenjuju u velikim količinama nekoliko stotina kg/ha kod melioracijske gnojidbe i nekoliko t/ha
- Dugogodišnja primjena gnojiva može utjecati na trajno zakiseljavanje ili alkalnost tla.

## DUŠIČNA GNOJIVA

- Kao "prinosotvorni element" N ima najveću efikasnost (odnos jedinice prinosa postignute po jedinici primjenjenog hraniva), koja se izražava u kg prinosa/kg aktivne tvari.
- Oblik N u gnojivu (amonijski, nitratni ili amidni) mijenja se pod utjecajem mikrobiološke aktivnosti.
- Oblici N u prelaze iz jedanog u drugi, ovisno o uvjetima u tlu (temperatura, vlaga, oksido- redukcijски potencijal itd.)

Osnovni oblici dušičnih gnojiva su :

1. amonijska gnojiva (soli: sulfati, kloridi, karbonati)
2. nitratna gnojiva (soli nitratne kiseline: kalcijeve, natrijeve itd.)
3. amonijsko-nitratna gnojiva
4. amidna gnojiva

#### AMONIJSKA GNOJIVA

I. Amonijev sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) - sadrži 21 % N i 27.5% S

- Fiziološki je izrazito kiselo gnojivo.
- Svojstva: bezbojni kristali ili granulirano, dobro topivo u vodi.
- Prikladno za prihranu
- Primjena na alkalnim tlima



II. Amonij-klorid (nišador)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - sadrži 24-25 % N i 66 % Cl

- Fiziološki je vrlo kiselo gnojivo
- Male higroskopnosti
- Rijetko se koristi zbog visokog sadržaja klora
- Primjena: na alkalnim tlima



III. Amonijeve soli karbonatne kiseline

- amonijev karbonat – najznačajniji (29-32 % N)
- amonijev karbonat-monohidrat
- amonijev hidrogenkarbonat
- amonijev karbamat
- amonijev seskvikarbonat

#### NITRATNA GNOJIVA

I. Natrij-nitrat (čilska salitra)  $\text{NaNO}_3$  - sadrži 15-16 % N.

- Fiziološki je alkalno gnojivo.
- Prirodni je sastojak čilske salitre.
- Svojstva: bezbojni kristali, nehigroskopno, efikasno na kiselim tlima.
- Duža primjena dovodi do zaslanjavanja (utjecaj Na) i peptizacije koloida tla
- Primjena: na tlima kisele reakcije



II. Kalcijev nitrat (norveška salitra)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  - sadrži 13-16 % N

- Fiziološki alkalno gnojivo
- Svojstva: vrlo je higroskopno
- dobro topivo u vodi.
- Primjena: na kiselim tlima, gdje dobro utječe na strukturu tla i pristupačnost hraniva.



#### AMONIJSKO - NITRATNA GNOJIVA

I. Amonij-nitrat (AN)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  - sadrži 35 % N.

- Fiziološki je neutralno gnojivo
- Svojstva: dobro topivo, higroskopno, vrlo eksplozivno i zapaljivo (u dodiru s nekim kemikalijama ili pod utjecajem topline).



- Kondicionira se dodatkom vapnenca ( $\text{CaCO}_3$ ) ili dolomita ( $\text{CaCO}_3 \cdot x\text{MgCO}_3$ ).
- Primjena: startno gnojivo ili za prihranu (kao otopina može i folijarno).

II. Kalcij-amonij-nitrat (KAN)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$  - sadrži 27 % N.

- Fiziološki je neutralno gnojivo.
- Ima bolja fizikalna svojstva (nije higroskopan) i sigurnost skladištenja (nije eksplozivan) od AN-a.
- Primjena: startna gnojidba i prihrana.



#### AMIDNA GNOJIVA

I. Urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  - sadrži 46 % N.

- Fiziološki je slabo kiselo gnojivo
- Najkoncentriranije je kruto N-gnojivo.
- Vrijeme primjene: osnovna i startna gnojidba, zbog sporijeg djelovanja.
- Urea se može koristiti otopljena za folijarnu prihranu, ali pažljivo, zbog "opeklina" na listovima. Treba paziti na vanjske uvjete (temperatura, vlaga zraka), te na koncentraciju otopine.
- Topivost u vodi je dobra, te se može primjenjivati fertigacijom (navodnjavanje otopinom gnojiva).



## II. Kalcijev cijanamid $\text{CaCN}_2$ - sadrži 18-22 % N.

- fiziološki alkalno gnojivo
- sive do sivo-crvene boje, nije higroskopno
- Upotrebljava se kao umjetno gnojivo i sredstvo protiv biljnih bolesti te za uklanjanje sumpora iz sirovog željeza pri proizvodnji čelika.
- zbog toksičnosti – unositi 10-14 dana prije sjetve
- osim gnojibene vrijednosti – ima i herbicidno i insekticidno djelovanje



## Tekuća N gnojiva

Primjenjuju se kod startne gnojidbe i u prihrani, a dijele se na:

- **bistre otopine** (ne sadrže talog) i
- **suspenzije** (talog potječe od punila)

Podijela prema tlaku otopine:

- **otopine bez tlaka** ( $\text{NH}_4\text{OH}$  s 20 % N, otopina uree i otopljeni AN).
- **otopine niskog tlaka** ( $\text{NH}_4\text{OH}$  s 25 % N).
- **amonijakati** (N-gnojiva u amonijskoj vodi s 31-47 % N)
- **otopine visokog tlaka** (anhidrirani  $\text{NH}_3$  s 82 % N).

- Tekuća dušična i multielementna gnojiva primjenjuju se uglavnom za prihranu (ponekad i startnu gnojidbu) uz mogućnost miješanja sa zaštitnim sredstvima, te stimulatorima rasta.
- Prskanje usjeva tekućim gnojivima omogućuje ravnomjerno doziranje, a hraniva usvojena preko lista odmah djeluju.
- Učinkovitost tekućih gnojiva jednaka je konvencionalnim mineralnim gnojivima, ali u kombinaciji sa drugim sredstvima mogu biti ekonomičnija.
- Tekuća gnojiva su znatno skuplja od konvencionalnih gnojiva.
- U ratarstvu se upotrebljavaju češće u sjemenskoj proizvodnji, te u povrtlarstvu, vinogradarstvu, hortikulturi i drugim profitabilnim proizvodnjama.

Specifičnosti folijarne gnojidbe:

- mali intenzitet penetracije kod biljaka s debelom kutikulom,
- otjecanje s lista kod hidrofobnih površina (lista ili ploda),
- ispiranje kišom,
- brzo sušenje otopine (spreja) na lišću,
- ograničena retranslokacija pojedinih elemenata (npr. Ca i B, koji su teško pokretljivi),
- ograničena doza zbog primjene niske koncentracije
- oštećenja lista kod primjene više koncentracije.
- Folijarna aplikacija gnojiva je najbrži način opskrbe biljaka hranjivim elementima (ne i najbolji) i omogućuje najučinkovitiji način eliminacije deficita pojedinih elemenata, ali sadrži niz tehničkih i biološko-fizioloških specifičnosti.

## FOSFORNA GNOJIVA

- Zbog kemijskog vezivanja i vrlo slabe pokretljivosti P u tlu, te niske učinkovitosti, fosforna gnojiva se najčešće rabe za osnovnu, rijetko startnu, gnojidbu, a rijetko u prihrani.)
- Najčešće je P dio kompleksnih gnojiva, a pojedinačna P-gnojiva koriste se za balansiranje gnojidbe.
- Fosforna gnojiva u pravilu se ne primjenjuju po površini tla, jer će se u istoj vegetacijskoj godini iskoristiti vrlo mali dio, a postoji i opasnost plitkog ukorjenjivanja biljaka što rezultira povećanom osjetljivošću na sušu i polijeganje.

➤ Fosforna gnojiva se prema obliku fosforne komponente dijele na:

- mljevene sirove fosfate
- primarne kalcijeve fosfate
- sekundarne kalcijeve fosfate
- topljene i termo fosfate
- Prema topivosti fosforne komponente, P gnojiva se dijele na:
  - topiva u vodi:
    - superfosfat
    - tripleks
  - citrat-topiva (u 2% citratnoj, odnosno limunskoj kiselini):
    - precipitat
    - tomasfosfat

## KALIJEVA GNOJIVA

- dobivaju se oplemenjivanjem sirovih kalijevih soli iz prirodnih nalazišta.
- To su vodotopiva gnojiva, ali kalij-ion u tlu se veže na adsorpcijski kompleks (ili se čak fiksira), pa djeluju produžno.
- Kalijeva gnojiva dijele se na:
  - sirove K-soli (mljeveni prirodni minerali)
  - koncentrirana K-gnojiva (se preradom iz sirovih soli)
  - smjese sirovih soli i koncentriranih K-gnojiva

## Složena mineralna gnojiva

- Mogu biti:
  - kompleksna (dobivena kemijskim reakcijama)
  - miješana (dobivena fizičkim miješanjem)

### Kompleksna gnojiva

- U ovu grupu gnojiva ubrajaju se gnojiva čiji kation i anion sudjeluju u ishrani biljaka (kao.  $\text{KNO}_3$  i  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) i kompozicije različitih soli koje sadrže dva ili tri (NP, NK, PK i NPK) osnovna hranjiva elementa.
- omjer hranjivih elemenata u njima (najčešće N, P i K), izražen u %. (npr. gnojivo formulacije 7 : 20 : 30 sadrži 7 % N, 20 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  i 30 %  $\text{K}_2\text{O}$ )

- U suvremenoj agrotehnici kompleksna gnojiva su najčešći oblik gnojiva i proizvode se u granulama homogenog sastava.
- Ukupan sadržaj aktivne tvari je koncentracija mineralnog gnojiva.
- "Petrokemija" d.o.o. Kutina proizvodi vrlo širok asortiman kompleksnih gnojiva za različite primjene
- Za osnovnu i melioracijsku gnojidbu koriste se formulacije s manje N, a više P i K

formulacija
5:20:30
6:18:36
7:14:21
7:20:30
8:26:26

- Za presjetvenu i startnu gnojidbu pogodne su formulacije:

formulacija
13:10:12
8:16:24
7:14:21
7:20:30
15:15:15

- Formulacije pogodne za prihranu:

formulacija
18:9:9
20:10:10
15:15:15

### Miješana gnojiva

- Miješana mineralna gnojiva dobivaju se mehaničkim miješanjem krutih pojedinačnih gnojiva u praškastom ili granuliranom obliku.
- Po agrokemijskim svojstvima takva se gnojiva ne razlikuju od kompleksnih i mogu se dobiti različite formulacije za sve zahtjeve suvremene agrotehnike.
- Kompleksna gnojiva danas su potpuno istisnula primjenu miješanih gnojiva u Hrvatskoj jer se u proizvodnji kompleksnih gnojiva koriste i poluproizvodi. Osim toga ona mogu postići značajno veću koncentraciju aktivne tvari od miješanih gnojiva što snižava troškove prijevoza, skladištenja i raspodjele.

- Miješana gnojiva, osim glavnih hranjivih elemenata, sadrže kao punilo obično veće količine kalcij-karbonata koji povoljno djeluje na kemijsko-fizikalna svojstva tla.
- Kod miješanja mogu se dodati mikroelementi, zaštitna sredstva, stimulatori rasta i druge komponente u količini koja je primjerena nekom tlu, biljci ili etapi razvitka.
- Zbog takvih mogućnosti u nekim zemljama se znatno koriste miješana gnojiva, na primjer u SAD-u, gdje je ratarska proizvodnja pojedinih farmi usko specijalizirana, čine 60-70% ukupne potrošnje mineralnih gnojiva.

## MIKROGNOJIVA

- Više biljke zahtijevaju, osim makroelemenata, i esencijalne mikroelemente od kojih su Fe, Mn, Zn, Cu i Ni teški metali, Mo prijelazni element, Cl halogen, a B nemetal.
- Zbog male količine koje biljke zahtijevaju, mikroelementi se koriste na nekoliko načina:
  - uglavnom se dodaju konvencionalnim mineralnim gnojivima
  - koriste kao otopine za folijarnu ishranu
  - za vlaženje sjemena
  - kao dodatak otopinama za zaštitu bilja

Količine mikrognojiva su male u odnosu na makrognojiva (do 500 g aktivne tvari/ha)

Mo-gnojiva: 5-20 g/ha do 0,5 kg/ha

B-gnojiva: 0.5 kg/ha do 4 kg/ha

Cu i Zn gnojiva: 0.5-20 kg/ha.

Mn i Fe gnojiva: 5-30 kg/ha.

## KRISTALONI

- Gnojiva u potpunosti topiva u vodi
- Najčešće se koriste u hortikulturi, povrčarstvu, cvjećarstvu (sadrže i mikroelemente i hormone rasta)
- Mogu se primjeniti uz navodnjavanje



## ORGANSKA GNOJIVA

- Organska gnojiva su po svom sastavu i svojstvima vrlo raznolika skupina koja obuhvaća uglavnom različite otpatke biljnog i životinjskog podrijetla
- Organska gnojiva sa ili bez mineralnih gnojiva dijele se na:
  - gnojiva bazirana na tresetu
  - otpad životinjskog podrijetla
  - gnojiva na bazi prirodnog otpadnog materijala biljnog ili industrijskog podrijetla
  - gnojiva na bazi komunalnog otpada

## Stajnjak

- Stajnjak je smjesa različito razgrađenih čvrstih i tekućih izlučevina domaćih životinja i stelje (prostirke) koja služi za upijanje tekućeg dijela.



- Sastav stajskog gnojiva zavisi od vrste domaćih životinja, načinu njihove ishrane i vrste stelje, pa je stoga kemijski sastav i uporabna vrijednost stajnjaka različita.
- Stelja može biti: slama, kukurozovina, sijeno, pilovina, treset, šumska prostirka, pijesak....
- Veće količine stajnjaka osjetno povećavaju sadržaj organske tvari u tlu i mikrobiološku aktivnost.
- Gubici hraniva iz stajnjaka su:
  - isparavanje nakon unošenja u tlo
  - ispiranje tijekom primjene i nakon mineralizacije

- Svojstva stelje utječu na kakvoću stajnjaka a posebno mjesto pripada sadržaju celuloze koja se brzo razlaže.
- Uslijed povećanja temperature u hrpi stajnjaka, gubitci dušika u obliku amonijaka mogu biti vrlo veliki.
- Stanje razgrađenosti stelje određuje fizička svojstva stajnjaka što je vrlo značajno za raspodjelu gnojiva, ali i za svojstva humusa (npr. stelja od lišća daje kiseli humus). Brzina razlaganja stajnjaka u tlu utječe na mobilizaciju hraniva.
- Tijekom čuvanja stajnjaka događaju se promjene pod utjecajem različitih grupa mikroorganizama (gljive, aktinomicete, aerobne i anaerobne bakterije, protozoe itd.).

- Aktivnost mikroorganizama zavisna je od više čimbenika: načina čuvanja, vrsti stelje, pH reakcije, temperature, vlažnosti, zbijenosti stajnjaka i slično
- Neugodan miris stajnjaka potječe od amina i merkaptana koji nastaju razgradnjom proteina bez prisustva kisika (truljenje).
- U oksidacijskim uvjetima krajnji produkti su  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  pa slabo zbijene gomile stajnjaka imaju visoke gubitke na težini i u dušiku.
- U uvjetima dobre zbijenosti stajnjak za tri mjeseca izgubi oko 30% težine i oko 25% N.
- Stajnjak je nakon 3-4 mjeseca poluzreo, a nakon 6-8 mjeseci potpuno zreo.

- Gubitci hraniva mogu nastati ispiranjem padalinama, posebice kod niskih i slabo zbijenih hrpa stajnjaka.
- Izgradnja gnojišta s nepropusnom podlogom sprječava ispiranje hraniva i onečišćavanje okoliša



- Zreli stajnjak ne sadrži slamnate dijelove, ima niži sadržaj ugljika, a pošto se dušik u toj fazi (sazrijevanje) manje gubi, bolje je ujednačen i ima viši sadržaj fosfora i kalija.
- Svježem stajnjaku sastav se može popraviti dodavanjem mineralnih fosfornih i kalijevih gnojiva.
- Dodavanjem dušičnih mineralnih gnojiva popravljaju se i C/N omjer.
- Svježi stajnjak ima i nepovoljna fizikalna svojstva: teško se raspodjeljuje po parceli, loše zaorava, a velika količina slame nakon zaoravanja odvaja oranični od podoraničnog sloja i dovodi do brzog isušivanja tla.

- Stajnjak u prosjeku sadrži:
 

vodu i makroelemente:			
<u>75% <math>\text{H}_2\text{O}</math></u>	<u>0.5% N</u>	<u>0.3% <math>\text{P}_2\text{O}_5</math></u>	<u>0.6% <math>\text{K}_2\text{O}</math></u>
te mikroelemente:			
30-50 ppm Mn	10-20 ppm Zn	3-5 ppm B	1-3 ppm Cu
0.1-0.2 ppm Mo			
<u>C:N omjer približno 20:1</u>			
- Sadržaj hraniva u stajnjaku varira u odnosu na navedene vrijednosti, ovisno od načina uzgoja stoke i čuvanja gnoja.



- Stajnjak ima produžno djelovanje ( 3-4 godine), ovisno o fizikalnim i kemijskim osobinama tla.
- Dinamika iskorištenja hraniva u 3 godine je:
  1. godina 50 %
  2. godina 30 %
  3. godina 20 %
- Volumna masa stajnjaka iznosi od <math><0.5</math> do <math>>0.9</math> t/ha

- Gnojdbene doze stajnjaka kreću se od 20 t/ha do 40 t/ha
- Dubina zaoravanja stajnjaka zavisi od svojstava tla.
- Na težim i vlažnim tlima stajnjak se zaorava na dubinu od 30 cm, a na lakšim tlima pliće.
- Stajnjak pokazuje izrazito produžno djelovanje dušika dok je iskorištenje fosfora i kalija u prvoj godini primjene slično mineralnim gnojivima.
- U ekološkoj proizvodnji sve se više upotrebljava kruti stajski gnoj obogaćen sirovim fosfatima

## Gnojnica i gnojovka

- Gnojnica - tekuće izlučevine domaćih životinja koje se drže na stelji



- Gnojovka – tekući stajnjak koji se dobiva u suvremenim stajama gdje se životinjski ekskrementi čuvaju bez primjene stelje

- Prosječni sastav gnojnice:

0.1-0.5 % N

0.3-1.0 %  $K_2O$

0.01 %  $P_2O_5$  (tragovi)

- Stajanjem gnojnice u otvorenim jamama ili bazenima brzo se gubi N u obliku  $NH_3$ , posebice kod viših temperatura.
- Gubici se sprječavaju: dodatkom formaldehida, gipsa, sulfatne kiseline ili superfosfata, te sipanjem motornog ulja po površini.
- Produkcija gnojnice po govedu iznosi oko 15 kg/dan, što daje  $5m^3$  godišnje po jednom grlu, te oko 10 kg N i 25 kg  $K_2O$ .
- Primjena gnojnice: pomoću cijevi ili fertigacija.
- Neadekvatno držanje ili primjena gnojnice predstavlja ekološki problem.

- Gnojovka je gušća je od gnojnice (suha tvar oko 15 %).
- Primjena:
  - Gusta gnojovka = bez razrijeđenja ili 1:3
  - Rijetka gnojovka = 1 : 5 do 1 : 15
- Koncentracija hraniva ovisi o: načinu uzgoja, ishrani stoke i načinu čuvanja gnojovke (otvorene lagune, anaerobna fermentacija itd.) i iznosi prosječno:
  - 0.4 – 0.6 % N
  - 0.2 – 0.45 %  $P_2O_5$
  - 0.25 – 0.50 %  $K_2O$
- Čuvanje: u posebnim jamama ili cisternama, bez dodira sa zrakom, uz korištenje *posebnih aplikatora* za unošenje ispod površine tla.
- Primjena po površini: visoki gubici N



mehanizirana primjena  
tekućeg stajnjaka



## Gnoj peradi

- Pripada krutom stajskom gnoju i vrijedno je koncentrirano (posebno u P), brzdjelujuće gnojivo.
- Prosječni sastav:
  - 55-89 % H<sub>2</sub>O
  - 0.6-2.2 % N
  - 0.5-1.8 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
  - 0.5-1.1 % K<sub>2</sub>O

- Godišnja produkcija svježeg gnoja:kokoši oko 60 kg; patke i guske oko 50-70 kg
- Gubici hraniva stajanjem mogu biti veliki. Dodavanjem superfosfata smanjuje se gubitak N.
- Može se miješati sa suhim tresetom, suhim humusom, zemljom ili piljevinom, te kompostirati (6-7 mjeseci).
- Svieži pileći gnoj brzim sušenjem na visokoj temperaturi gubi neugodan miris a sadrži: 4-6 % N, do 3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 2-2.5 % K<sub>2</sub>O. Lako se transportira i dobro čuva.
- Primjena: prije sjetve i za prihranu. Pogodan je za povrće, cvijeće, jagodičasto voće i krumpir.
- Količine: 4-10 t/ha sirovog gnoja, ovisno o osobinama tla i kulturi.

## Guano

- Naziva se još i peruanski guano ili fosfatni guano.
- Predstavlja nataložene ekskreme morskih ptica, usitnjene do veličine granula pogodnih za raspodjelu.
- Formulacija je: 3 : 8 : 1 do 8 : 4 : 1
- Gnojivo je prirodno, pa sadrži mikroelemente (posebice željezo i bor), a od makroelemenata: kalcij, magnezij i sumpor.
- Zbog povoljnog djelovanja na fizikalno-kemijska svojstva tla koristi se i kao kondicioner (samo u Sjevernoj i Južnoj Americi, zbog skupog prijevoza male količine aktivne tvari).

## Sideracija i pokrovni usjevi

- Zaoravanje zelene mase određenih biljnih vrsta naziva se zelena gnojidba ili sideracija.
- Sadržaj organske tvari u tlu je karakteristična i stabilna veličina, zavisna od klime i kemijsko-fizikalnih svojstava tla, te se zato zelenom gnojdbom ne povećava direktno sadržaj humusa, već samo biogenost tla.
- Ulaganje u zelenu gnojdbu mora se, zbog indirektnog učinka ekonomski procjeniti.

- Najveće značenje sideracije je povećanje dušika u tlu i to bez utroška energije. Najčešće se zaoravaju leguminozne biljke koje životnom aktivnošću kvržičnih bakterija vežu atmosferski N<sub>2</sub>.
- Ostali pozitivni učinci sideracije su:
  - Spriječavanje površinske erozije
  - Poboljšanje fizikalnih svojstava tla (retencija za vodu, aeracija)
  - Spriječavanje ispiranja hraniva (konzervacija).

- Zelena gnojidba (sideracija) ima posebno mjesto i nezaobilazna je u alternativnoj poljoprivredi.
- treba zaoravati one biljne vrste koje maju veliku organsku masu, sadrže lakorazgradive tvari, te veće koncentracije dušika i pepela.
- Poželjno je da proces razgradnje nakon zaoravanja traje što kraće.

- **Pokrovni usjevi** imaju veliku važnost u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji
- obuhvaćeni su različite mjere održavanja tlapod vegetacijom s namjerom održanja ili povećanja organske tvari tla, poboljšanja fizikalnih svojstava tla, akumulacije dušika, povećanje mikrobiološke aktivnosti, suzbijanja korova, itd.
- pokrovni usjevi mogu biti: jednogodišnje, dvogodišnje i višegodišnje biljne vrste
- od zimskih: leguminoze, raž, pšenica
- od ljetnih: proso, leguminoze, heljda, rauola, sudanska trava, itd.

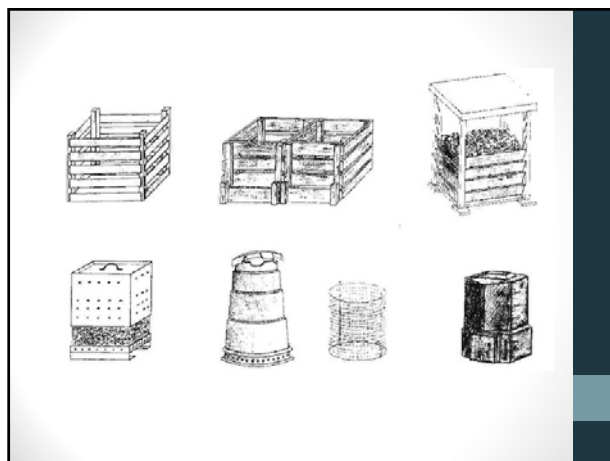
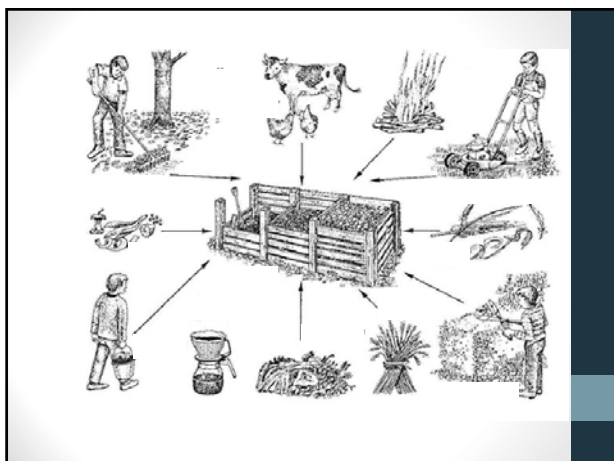
#### Kada zaoravati siderate?

- Kemijski sastav biljaka mijenja se tijekom vegetacije. Mlađe biljke sadrže više lakorazgradivih komponenata, te su uslijed brže razgradnje mogući veći gubici, posebice N u obliku amonijaka.
- Starije biljke su bogate teže razgradivim komponentama (celuloza, kemiceluloza, lignini), teže se razgrađuju i imaju nepovoljniji C : N odnos.
- Riješenje je kompromisno:  
u fazi cvjetanja, kada imaju dovoljno organske tvari, te najpovoljniji odnos lako i teže razgradivih komponenata.

- Efikasnost sideracije i uzgoja pokrovnih usjeva treba promatrati kroz:
  - povećanje plodnosti tla
  - obogaćivanje tla hranivima
  - sprječavanje erozije
  - smanjenje korova
  - ekonomske isplativosti, itd.
- u ekološkoj poljoprivredi sideracija i uzgoj pokrovnih usjeva nemaju alternativu

## Komposti

- To su gnojiva dobivena iz različitih organskih ostataka izmješanih s tvarima mineralnog podrijetka: vapno, pepeo, mineralna gnojiva (organomineralni komposti), i dr.
- U procesu kompostiranja, koje se odvija pod utjecajem termofilne mikroflore i biokemijskih procesa, svježa organska tvar podliježe prvo dekompoziciji, a zatim procesima sličnim tvorbi humusa.





- Količina dobivenog komposta je 40-50 % od početne svježe oranske mase, zbog gubitaka: ugljika, vode i drugih tvari u procesu kompostiranja.
- Manje količine komposta priređuju se u jamama ili većim posudama, a veće u hrpama.
- Optimalna vlažnost materijala je 50-55 %, a kod većih količina komposta potrebno je ostaviti otvore za ulazak zraka i izdavanje CO<sub>2</sub> i vode, te regulaciju temperature.
- Idealan C : N omjer mase za kompostiranje je 25-30 : 1
- U gotovom kompostu C : N je 10:1

## Zemljišni crvi i vermikompost

- gujavice – oko 160 vrsta
- prolaskom organske tvari i tla kroz njihov probavni sustav dolazi do transformacije organske tvari u oblike koji podliježu humifikaciji
- aktivni su pri 0-30 °C
- utječu na promjenu mikroflore, razgradnju organske tvari, veću bioraspoloživost hraniva, aeriranost tla, itd.
- Vermikompost je upotreba gujavica u procesu kompostiranja

## Bihugnoj

- Organsko gnojivo koje se dobiva kao ostatak u proizvodnji bioplina.
- Prosječni sastav bioplina:
 

65 % CH <sub>4</sub>
30 % CO <sub>2</sub>
1 % H <sub>2</sub> S
- Slabije je energetske vrijednosti (28 m<sup>3</sup> ekvivalentno je s 16.8 m<sup>3</sup> prirodnog plina).

- Proces dobivanja bioplina odvija se u tri faze:
  - Hidroliza organskih spojeva
  - Acidogeneza
  - Metanogeneza
- Odvija se pod utjecajem anaerobnih bakterija u digektorima iznad kojih su spremnici za plin. Proces traje oko 14 dana i odvija se na temperaturi 35°C.
- Sirovine za dobivanje bioplina su: stajski gnoj različitog porijekla, kanalizacijski mulj, listinac, komposti, gradski otpad i ostali materijali koji imaju energetske vrijednosti.

- Vrijeme primjene bihugnoja: pred sjetvu/sadnju i tijekom vegetacije.
- Količine: 10-12 t/ha za travnjake, 15-20 t/ha za žitarice i 40-60 t/ha za okopavine.
- Izgled: gusta, tekuća masa.
- Bihugnoj od gradskog otpada može sadržavati zagađivače, pa se ne primjenjuje na ratarske, voćarske i povrtlarske kulture.
- Fertilizacijska vrijednost bihugnoja veća je od stajnjaka jer sadrži približno: 3 % N 1.2 % P 3.7 % K
- Proizvodnja bioplina vrlo je razvijena u Indiji, Kini, te u Izraelu.
- U zemljama Europe i SAD-u postaje aktualna, jer riješava problem odlaganja organskih materijala (kanalizacijski mulj, tekući stajnjak itd.)

## KONDITIONERI TLA

- tvari većinom organske i anorganske prirodne tvari ili sintetički proizvodi koji pri unošenju u tlo popravljaju kemijska i fizikalna svojstva tla (kapacitet izmjene kationa, vlaženje tla, bubrenje i stezanje, propusnost za vodu i zrak, strukturu tla, toplinska svojstva tla, itd.)
- Prema De Boodt-u kondicionere tla dijelimo na:
  1. Tvari za povećanje hidrofilnosti (npr. otopine poliakramida PAM)
  2. tvari za povećanje hidrofobnosti tla (npr. bitumenske emulzije)

3. tvari koje povećavaju temperaturu površine tla (npr. malč bitumenskih emulzija)
  4. tvari koje povećavaju kapacitet zamjene kationa (npr. emulzije sa svojstvima jakih kiselina, glina, zeolit)
  5. tvari koje stabiliziraju strukturu obrađenog tla i lakše prodiranje korijena
- svi navedeni kondicioneri povećavaju stabilnost agregata iako postoje razlike u njihovoj efikasnosti i fitotoksičnosti
  - U RH kakvoća poboljšivača tla regulirana je Zakonom o gnojivima i poboljšivačima tla (NN 163/03)

### Lumbripost (orbig, humus od glista)

- Djeluje kao organsko gnojivo i kondicioner tla: koristi se za povećanje plodnosti, a najbolje rezultate daje u uzgoju lončanica.
- Djeluje na poboljšanje strukture (rastresitost, bolja retencija vode), povećanje opće mikrobiološke aktivnosti tla i aktivaciju nepristupačnih hraniva u tlu.



### Ugljena prašina

- koriste se čestice promjera 0.15-1.25 mm za odstranjivanje različitih onečišćivača tla i vode (toksične tvari, organske otopine, kao npr. nafta, boje, mirisi, kiseline, soli itd.).

### Gips (CaSO<sub>4</sub> x 2H<sub>2</sub>O)

- koristi se kao sulfatno sredstvo za kalcizaciju tla, bez podizanja pH vrijednosti, neutralizira alkalnost tla izazvanu suviškom natrija, poboljšava strukturu (aeraciju i upijanje vode) jer uklanja natrij i zamjenjuje ga s kalcijem na adsorpcijskom kompleksu.
- Koristi se i kao umjereni zakiseljivač tla.

### Hortikulturni pijesak

- čisti, kremeniti i sterilizirani pijesak, koji se miješa s tlom za lončanice radi bolje aeracije i drenaže, najčešće za sukulente i kaktuse.

### Željezni sulfat – zelena galica

- sadrži 20% Fe i 11.5% S
- Koristi se kod nedostatka željeza (uklanja Fe-klorozu) i kao umjereni sredstvo za zakiseljavanje karbonatnih i neutralnih tala.



### Komposti

- osim funkcije gnojiva, imaju i ulogu kondicionera s jakim djelovanjem na strukturu (aeraciju i retenciju vode), boju tla i povećanje biogenosti tla.

### Kalcijev karbonat CaCO<sub>3</sub>

- koristi se za neutralizaciju kiselosti (kalcizaciju), ali u tlu djeluje i kao poboljšivač strukture tla.



Treset

- Treset povećava retenciju vode u tlu (5-15 puta na unesenu masu) i čini tlo rahlim i toplijim (zbog velike količine organske tvari i povećanog kapaciteta za zrak uz tamniju boju).
- Često se tresetu dodaje  $\text{CaCO}_3$  za smanjivanje kiselosti tla, te perlit ili vermikulit (sekundarni minerali) za povećanje adsorptivnih svojstava i vezivanje mineralnih oblika hraniva u raspoloživom obliku.

Perlit

- krut, svijetli sitnozrnati materijal (izgledom sličan vermikulitu) velike unutrašnje apsorpcijske površine. Vulkanskog je podrijetla, lagan, neutralne pH reakcije i sterilan.



- Primjenjuje se za poboljšavanje strukture (aeracije i vododrživosti tla), povećanja sorptivnih svojstava, bolju drenažu i smanjivanje volumne težine tla.

Vermikulit

- ekstremno lagani, granularni prirodni sekundarni mineral, velike unutrašnje apsorpcijske moći, promjera čestica oko 0.15 mm.
- Sadrži malo kalija, kalcija i magnezija, a koristi se kao "nosač" mineralnih oblika hraniva koje postupno otpušta te čini tlo rahlim i lakšim povećavajući mu kapacitet za zrak i vodu.

Sumpor

- Koristi se za zakiseljavanje i flokulaciju tla (slično gipsu) čime se postiže bolja struktura tla (aeracija i vododrživost).
- Djeluje toksično na biljke i mora se koristiti najmanje osam tjedana prije sadnje ili sjetve.

Zeoliti

- Od kondicionera u posljednje vrijeme sve više se u stakleničkoj ishrani bilja koriste zeoliti, prirodni porozni minerali vrlo velikog ionoizmjenjivačkog kapaciteta.
- dušična gnojiva sa zeolitima imaju produženi efekt (smanjena opasnost od ispiranja i onečišćenja okoline)
- zeoliti povećavaju efikasnost fosfornih gnojiva
- s mikrognojivima – produženo djelovanje

Glaukonit  $(\text{K,Na,Ca})_{x-1}(\text{Al,Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+},\text{Mg})_2[(\text{OH})_2|\text{Al}_{0,35}\text{Si}_{3,65}\text{O}_{10}]$ 

- kondicioner sa sporodjelujućim gnojivbenim učinkom (K)
- prirodni sekundarni mineral prožet Fe-K-silikatima koji sadrži 5-10 %  $\text{K}_2\text{O}$





### Malčevi

- To su supstrati koji se također mogu smatrati kondicionerima tla jer mijenjaju zemljišne uvjete u različitim vrstama biljne proizvodnje.
- Posebice se koriste u povrćarstvu, voćarstvu i sličnim "malim" proizvodnjama, a mnogo manje u ratarstvu.
- Malčevi su po porijeklu:
  - organski
  - anorganski
  - sintetički

U suvremenoj poljoprivredi malčevi se sve više koriste, posebice u hortikulturnoj proizvodnji. Njihovo značenje za tlo je višestruko, jer utječu na:

1. povećanje retencije vode
2. zaštita tla od isušivanja
3. zasjenjivanje i zadržavanje rasta korova
4. privlačenje zemljišnih crva
5. povećanje temperature tla u hladnijem periodu vegetacije i
6. zaštitu tla od erozije (posebno nagnutih terena)

- Malčevi od prirodnog materijala, osim funkcije prekrivanja tla, razgradnjom oslobađaju hraniva, posebno dušik.
- Od prirodnih malčeva koriste se vrlo različiti materijali, kao: slama žitarica, sjeno, kora i lišće drveća i ostali organski otpaci.
- Od anorganskih malčeva najčešće se koriste sintetičke folije različitih svojstava.



## SUPSTRATI ZA BILJNU PROIZVODNJU

- Premda biljke žive na kopnu i u vodi, sve kulturne biljke su kopnene, osim riže (*Oryza sativa* L.), koja sa kao akvatična uzgaja u vodi.
- Osim tla kao supstrati biljne proizvodnje u novije vrijeme koriste se i drugi:
  - vodene kulture (hidroponik tehnika)
  - pješčane kulture (ili drip kultura)
  - plastoponi
  - ioniti (sintetičke smole), tzv. umjetno tlo
  - aeroponi

- Hranjive otopine, kao supstrat biljne ishrane, koriste se u hidroponima, a priređuju po različitim "receptima" zavisno od biljne vrste.
- To nije novi način proizvodnje (Woodward u Engleskoj, 1699) i još od vremena Sachs-a i Knopp-a (1862) poznate su metode uzgoja u vodenim kulturama, a danas su obogaćene najnovijim saznanjima o usvajanju hraniva
- Većini biljaka odgovara standardna otopinama kao što je Hoagland broj 2, Pennigfeld ili Gericke.
- Osmotski tlak hranjivih otopina za uzgoj biljaka u hidroponima obično je između 0.5 i 1.5 bar.
- pH vrijednost se mora češće nadzirati i održavati na oko 5.5 što se smatra optimalnim.

*Klijanci salate na staklenoj vuni*





Hidroponski uzgoj krastavaca



Vertikalni hidroponski uzgoj

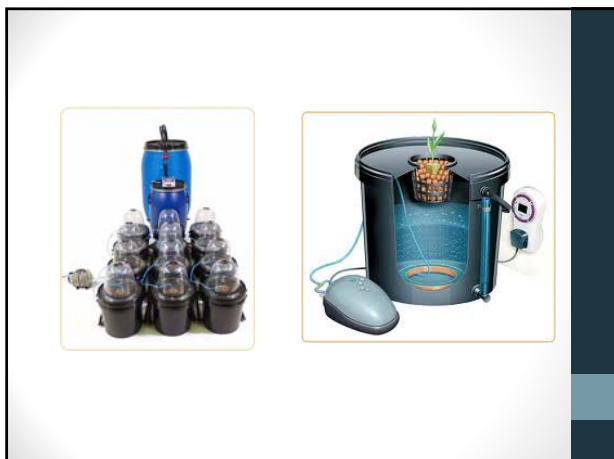


- Uzgoj biljaka u velikim hidroponik sustavima nadziran je automatskim uređajima za:
  - prilagođavanje koncentracije hranjivih elemenata,
  - pH otopine
  - uvođenje kisika u otopinu (prozračivanje).
- Većina hidroponskih načina uzgoja kombinirana je sa staklenicima uz nadzor temperature, svjetlosti, vlažnosti zraka, te prilagođavanje (povećanje) koncentracije CO<sub>2</sub>.
- Time je omogućen uzgoj u svim razdobljima godine pod najpovoljnijim uvjetima.
- Visina prinosa je višestruko veća u odnosu na poljske uvjete, kakvoća proizvoda je visoka i moguće je detaljno planirati marketing proizvoda.





- Agregirani hidroponik sustavi su plastični kontejneri (cca 20 L) napunjeni inertnim materijalom visokog retencijskog kapaciteta za vodu (npr. kamena vuna) koji pruža dobar oslonac korijenu.
- Mogu imati otvorenu ili zatvorenu cirkulaciju hranjive otopine.
- Kontejner se koristi 2 godine, nakon toga se supstrat mijenja ili sterilizira.
- Pogodni su za uzgoj rajčice i krastavca.



- Aeroponik tehnika se dosta rijetko primjenjuje jer su to skupi sustavi, uvijek stakleničkog tipa i različitih konstrukcijskih rješenja.
- Princip proizvodnje je uranjanje korijena biljaka u hranjivu otopinu u pravilnim vremenskim razmacima.



Aeroponic Garden at Chicago-O'Hare Airport

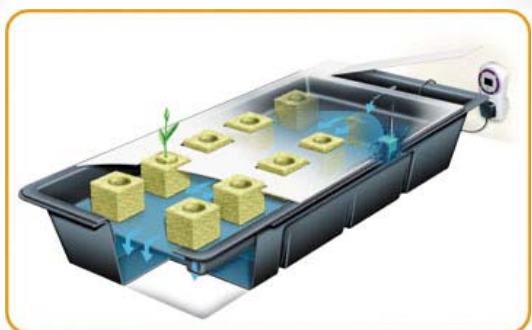


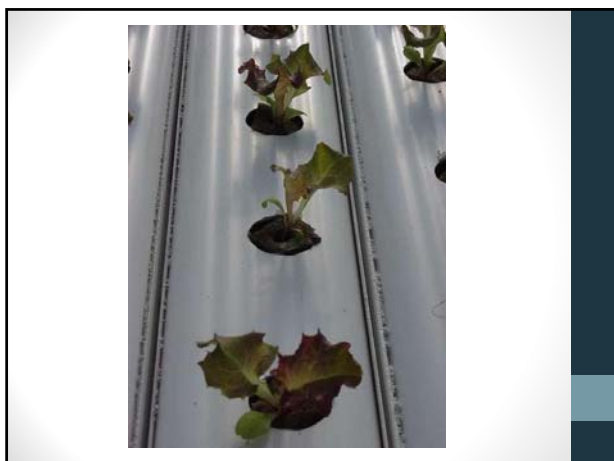




- Biljke su ukorijenjene u rastresit sintetički supstrat, smještene u rešetkaste nosače koji su pričvršćeni na beskraju traku.
- Traka kružno pomiče biljke (približno jedan okret/sat) tako a na donjoj točki korijen se potapa u hranjivu otopinu.
- Podizanjem prema gore i nakon dostizanja gornje točke spuštaju se sjevernom stranom visokog staklenika (>10 m) do otopine pa sve biljke dobivaju podjednaku količinu i kvalitetu svjetlosti.

- Danas se sve češće biljke uzgajaju na tzv. NFT (Nutrient Film Technique) ili hranjivim filmovima (Cooper, 1960).
- Takav sustav temelji se na kružnom strujanju hranjive otopine (zatvoreni sustav bez onečišćavanja okoline) iznad plitkih bazena prekrivenih PVC folijom, malo nagnutih (2.5 cm/30 m), bez supstrata za ukorijenjivanje.
- Temperatura otopine regulira se na  $\sim 35^{\circ}\text{C}$ .
- Cijena NFT hidroponik sustava je 81500 \$/ha (bez investicije u staklenik i laboratorij) uz godišnju investiciju u proizvodnju od približno 22000 \$/ha.





Literatura:

Vladimir i Vesna Vukadinović (2011). Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek

Džamić i Stevanović (2007). Agrohemija. Beograd

International Fertilizer Industry Association United Nations Environment Programme (2000): Mineral Fertilizer Use and the Environment