

VIII

***Precizna poljoprivreda i pametna poljoprivreda u urbanom
okruženju.***

Precise agriculture and smart farming in urban surroundings.

Poljoprivreda u gradu

Prema Pašaliću 2019. ukoliko se ne dogodi revolucija u sistemu iskorištavanja energije, zemlje i vode što je u suštini poljoprivreda, vrlo je izvjesno da će doći do nestašice hrane u pojedinim dijelovima planete jer ovako brzo povećanje broja stanovnika neće moći pratiti današnji resursi i kapaciteti za proizvodnju hrane.

Paradajz uzgojen na krovu stambene zgrade, paprika iz vrta ispred kuće, zelena salata ili jagode uzgojene u halama bez zemljišta u vertikalnom hidroponskom sistemu, više nisu senzacija u poljoprivredi već potreba.

Stanovnici sjeverozapadnog dijela SAD istraživali su načine na koje bi mogli obrađivati zemlju unutar gradskih granica i imati svježeg voća i povrća. Talas takozvanih urbanih farmi u nekoliko prethodnih godina zahvatio je SAD, posebice Portland, Čikago, Njujork i Detroit gdje urbane farme niču na krovovima zgrada, u skladištima, napuštenim tvornicama i na napuštenom zemljištu.

Mnogi su uvidjeli dobru priliku za zaradu i potencijal u ovakvom modelu, pogotovo nakon interesa nekoliko supermarketa za svježom zdravom lokalnom robom. Primjer je Viraj Puri, pionir novog koncepta poljoprivredne proizvodnje i suosnivač kompanije Gotham Greens iz Njujorka, koji ima dva komercijalna staklenika na krovu zgrade i planira graditi još više.

Prednosti proizvodnje u gradovima je mogućnost uzgoja zdravog voća i povrća te konzumiranje istog potpuno svježeg. Rad u gradskim farmama oslobađa od stresa, pruža potpuni ugođaj i povezanost sa prirodom u kojoj se čovjek u potpunosti oslobodi od stresa. Radi o vrlo malim parcelama nema nepotrebnog fizičkog zamaranja, a iskorištava se sve što je moguće te je ujedno i ekološki prihvatljivo.

Imamo dovoljno slobodnog neiskorištenog poljoprivrednog zemljišta, a u svijetu u velikim metropolama ovaj fenomen razvija iz nužne potrebe. Kod nas se polako razvija svijest o ruralnom razvoju i održivosti sela..

Povezanost između grada i poljoprivrede nikad nije bila jača; napuštene tvornice, skladišta, poslovne zgrade i drugi objekti pretvaraju se u urbana poljoprivredna gospodarstva. Dva su oblika poljoprivredne proizvodnje koji predstavljaju budućnost proizvodnje hrane:

- Poljoprivreda u kontrolisanim uvjetima i
- Urbana poljoprivreda ili poljoprivreda unutar grada.



Urbana poljoprivreda

Tijekom 1980-ih godina, E.O. Wilson, poznati znanstvenik s Harvarda, pisao je o povezanosti ljudi sa svim živim organizmima. Skovao je termin „**biofilija**“, koji u doslovnom prijevodu znači „**ljubav prema životu**“, a označava instinktivnu vezu između ljudi i drugih živih bića.

Zelena za zdravlje

Istraživanja su pokazala kako čak i samo promatranje zelenila kroz bolnički prozor smanjuje upotrebu lijekova kod pacijenata koji su podvrgnuti identičnim zahvatima, u usporedbi s onima koji su mogli promatrati samo zid od opeke. Osiguravanje zelenih prostora u bolnicama smanjuje stres osoblja, može poboljšati produktivnost te smanjiti razdoblja izbjivanja s posla zbog bolovanja. Zdrava urbana šuma ne samo da hladi grad i apsorbira CO₂, već ima izravne zdravstvene prednosti.



Biofilni dizajn

Projektovanje zgrada koje potiču stanare da sami uzgajaju hranu na svojim krovovima i zidovima, pa čak i proizvode namirnice visoke vrijednosti kao što je med, a istovremeno osiguravaju i potrebna staništa za insekte i ptice. To također uključuje i ulice s bulevarima koji hvataju kišu, potiču rast stabala i grmlja, usporavaju promet i omogućuju prijevoz koji nije baziran na automobilima, već hodanju i bicikliranju.

Poljoprivreda u kontrolisanim uvjetima

Kontrola robotima-cnc mašinama

Poljoprivreda u kontrolisanim uslovima se obavlja u zatvorenim prostorima i pomoću robota. Roboti također mogu da obavljaju svoje zadatke u otvorenom i zatvorenim prostorima. U posljednje vrijeme su se pojavili roboti koji rade na principu CNC mašina. Takav je robot i firma *Farm Bot*. Ovakav robot je pogodan za mala gospodarstva, a koja traže *ekonomičnu automatizaciju*. *Farm Bot* proizvodi različite modele, prilagođene prema željama kupaca.

Precizni poljoprivredni robot se sastoji od stroja, softvera i dokumentacije, uključujući i spremište podataka. Ovaj robot ima pristupačnu tehnologiju koja će pomoći svima da proizvode hranu.

Model **FarmBot Express MAX** pokriva više površine po dolaru nego bilo koji drugi FarmBots.

Zbog svojih razmjera pogodan je za mala trgovačka gospodarstva koja traže ekonomičnu automatizaciju.

Specifikacije ovog modela su:

- Maksimalno korisno područje: ~ 2,3m x ~ 17,7m,
- Maksimalna visina biljke: ~ 0,5m,
- Širina stroja: Do 2,4m,
- Dužina stroja: Do 18m,
- Visina stroja: 0,5 do 1,5m i
- Verzija hardvera: v1.0.

CNC mašina (robot) se sastoji iz slijedećih dijelova:

CNC mašina se sastoji iz slijedećih dijelova:

- Lijevi i desni nosač stupova s pločicama kotača, kotačima, kutnim nosačima, motorima, magnetskim ventilom i kutijom elektronike.
- Elektronička kutija sadrži Farmduino Express ploču s stepper pogonima Trinamic TMC2130, Raspberry Pi Zero i vanjskim gumbom E-stop.
- Unaprijed sastavljene gredne glavne grede s nosačima kablovskih nosača.
- Unaprijed montirani poprečni klizni i Z-osi s vodilicom od nehrđajućeg čelika, nosačem kabela i nosača osi Z, vakuum pumpom, kamerom, glavom alata 3 u 1 i motorima Y i Z.
- Konzole za pridruživanje.
- X- i Y-nosači kabela.
- 2,4 m duga svjetlosna traka.
- GT2 remeni i hardver za ugradnju.
- GT2 remeni i hardver za ugradnju.
- Uložak s sjemenkama za nošenje sjemena s dvije posude za sjeme
- Luer brave igle za ubrizgavanje sjemena.
- IP67 kišno napajanje sa 110 i 220V AC ulazom.
- Težina stroja 22 kg.

Robot se montira na pripremljenu lijehu -gredicu. FarmBot Express XL dizajniran je za postavljanje na nepomično podignut krevet ili sličnu infrastrukturu. Ne preporučujemo izradu pokretnog kreveta za naše FarmBots veličine XL, jer bi se previše teško kretati. Materijali za ovo nisu uključeni jer će svaka ugradnja biti drugačija.

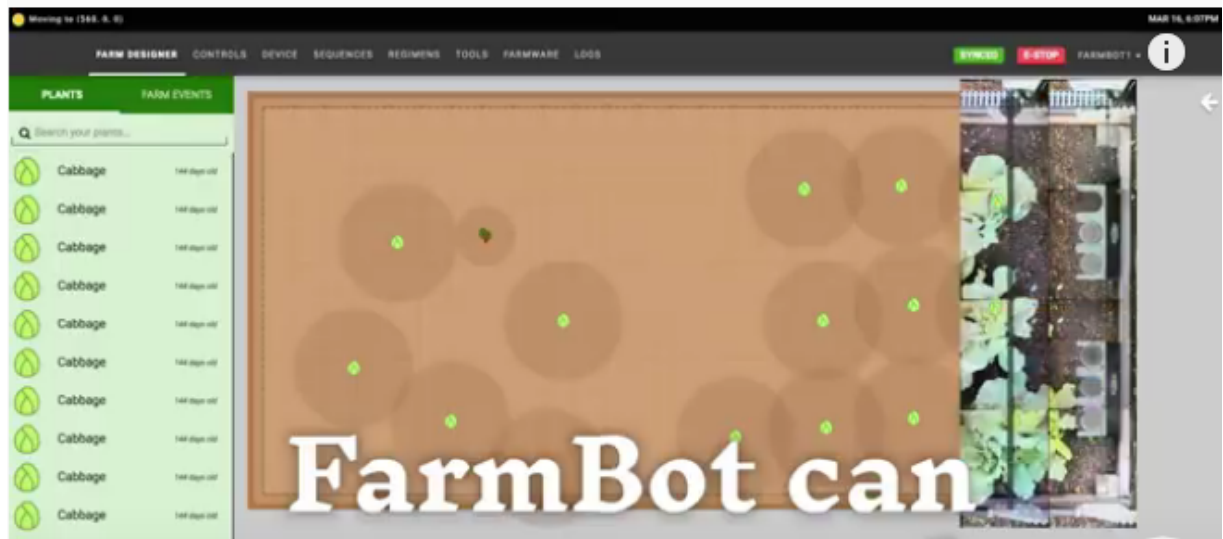


Slika. Okvir za robota -cnc mašina (Izvor :<https://farm.bot/products/farmbot-express-max-v1-0>)

Za pokretanje robota je nophodna električna energija. Napajanje mora biti uključeno u 110 ili 220V AC GFCI utičnicu. FarmBot isporučuje 30-inčni (1ft) kabel za napajanje sa standardnim američkim 3-navojnim utikačem. Treba obezbjediti produžni kabel za povezivanje odgovarajuće duljine. FarmBot možete napajati i solarnom energijom. Neophodan je odvod vode. Uz FarmBot dolazi s spojnicom od 3 do 4 " ženske vrtno cijevi (GHT), što znači da možete uzeti standardno vrtno crijevo i zaviti ga u svoj FarmBot. Trebat ćete osigurati crijevo odgovarajuće duljine. Robot se preko interneta može spojiti, i na taj način FarmBot se može programirati i kontrolirati samo putem web aplikacije, što znači da je za slanje i primanje podataka potrebna aktivna internetska veza. Raspberry Pi ima ugrađeni WiFi, iako ćete možda trebati ponovo postaviti svoj WiFi usmjerivač ili instalirati WiFi repetitor kako biste osigurali pouzdanu vezu.

Softver

Rukovaoc robota kontrolirat i konfigurira FarmBot pomoću besplatne web-aplikacije FarmBot na my.farm.bot. Za hobiste se nudi besplatna usluga, prikladna za kućne potrebe.



Slika . Prikaz softvera

Uzgoj

Sa ovom mašinom može se gajiti 33 uobičajenih kultura (vidi tablicu u nastavku) koji bi u skoroj budućnosti mogli biti kompatibilni s FarmBotom. Visoke poljoprivredne kulture poput suncokreta i kukuruza nisu uvrštene, a nema voćki ili bobica (osim jagoda). Uz to, nisu uključene žitarice jer je malo vjerojatno da bi uzgoj žitarica bio učinkovit sa FarmBot hardverom u odnosu na specijaliziranu opremu većih razmjera.

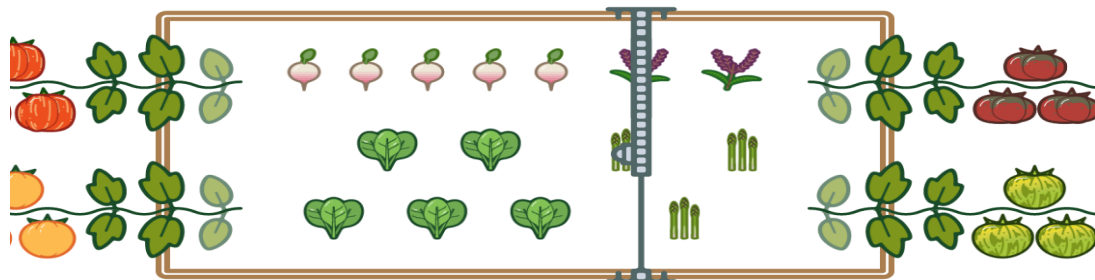
Nakon odabira usjeva, za svaki smo trebali pronaći tri podataka: prosječni prinos po žetvi ($\text{kg} / \text{m}^2 / \text{žetva}$), prosječni dani do berbe (dani / žetva) i kalorična gustoća (kalorije / kg). Ove podatke pronašli smo iz USDA-e i širokog spektra drugih izvora na mreži (u nastavku pogledajte popis resursa).

Prinos

FarmBot može povećati prinos po žetvi za oko 12% pakiranjem biljaka u gušće šesterokutnu strukturu pakiranja umjesto u tradicionalnu kubičnu strukturu pakiranja. Koristeći ove nove podatke o prinosu i vrijednosti dana / žetve, može se izračunati prinosa za svaki usjev u $\text{kg} / \text{m}^2 / \text{dan}$.

Koristeći prosječni prinos za 33 usjeva i pretpostavku da će sve biti uzgajane u jednakim količinama, potrebno je samo oko 7 kvadratnih metara prostora za uzgoj dnevnih preporučenih obroka povrća za jednu osobu. Ako se odlučite uzgajati samo najboljih 10 poljoprivrednih kultura (prema mjerilima pehara / m^2 / dan), trebat će im samo 3 kvadratna metra da odrade sve svoje dnevne povrće.

Na primjer, možete odabrati usjeve ili sorte koje imaju čak i bolje rezultate od onih koje se preporučuju. Pored toga, postavljanjem vinogradarskih i drugih neodređenih kultura u blizinu krajeva kreveta i trenirajući ih prema van, lako možete udvostručiti ili utrostručiti površinu koju vaše biljke mogu koristiti dok još uvijek održava FarmBot.



Slika . Raspored biljaka na gredici

Stavite FarmBot u staklenik

Cnc mašina *FarmBot* može se postaviti u staklenik ili plastenik, i pri tome imati cjelogodišnju proizvodnju hrane. Optimalni zaštićeni prostor za okućnicu bi trebao biti veličine 3,65m x 2,15m x 2,15m. Ovaj staklenik iz Amazona iznosi samo 100 USD i prikazan je na donjim slikama. Upute za montažu plastenika su slijedeće:

Slijedite upute proizvođača staklenika za postavljanje staklenika. Općenito, ovo će biti postupak u četiri koraka:

- Sklopite okvir,
- Okvir učvrstite na mjesto
- Povucite plastičnu foliju preko okvira
- Učvrstite foliju na okvir

Pomoću softvera *FarmBota* može se kontrolisati mikroklima plastenika. Postoje releji za kontrol u mikroklimi vašeg plastenika (staklenika). Relejom se upravlja ventilatorom, automatiziranih ispušnih zaklopki, svjetala, grijaćih elemenata i više.



Slika . Postavljanje CNC mašine u zaštićeni prostor

Relej možete koristiti u kombinaciji s Arduino ili Farmduino elektroničkom pločom *FarmBota* za uključivanje ili isključivanje visokonaponskih perifernih uređaja ili uređaja koji se uključuju u standardnu zidnu utičnicu. Primjeri uređaja kojima biste mogli upravljati pomoću releja uključuju ventilatore, mehanizme za otvaranje prozora, osvjetljenje, grijaće elemente.... Proizvođač preporučuje relej od 110 V. Postupak spajanja sa relejom je slijedeći:

- Uključite relej u izvor napajanja, poput produžnog kabela,
- Spajanje periferne jedinice na izlaz releja i
- Ožičenje releja do rezervnih digitalnih I / O pinova na vašoj elektroničkoj ploči.

Aeroponski uzgoj biljaka

Izvor: <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/hexagro-farma-revolucionarni-vrt-u-zatvorenom-prostoru/>

Hexagro farma, eng. *Living Farming Tree* je živa farma na stablu, revolucionarni vrt u interijeru koji koristi tehnologiju za brži uzgoj hrane koristeći istovremeno što manje prostora. Inovativni dizajn kombinira aeroponiku s rasvjetnim tijelima, punom automatizacijom, a modularna struktura po razinama utječe na optimizaciju prostora te određuje upotrebu vode kao i prinos, dopuštajući gotovo svakome da uzgaja kulture, takoreći, u bilo kojem prostoru.

Ciljevi ovakvog uzgoja su unošenje prirodnog ozračja u zatvoreni prostor, promocija urbanog pokreta gradskog poljodjelstva i stvaranje automatiziranog okomitog sustava farme u zatvorenom prostoru koji se može kontrolirati putem aplikacije. Sustav se može povećavati ili smanjivati putem modula, malih heksagonalnih konektora koji se slažu i prilagođavaju po potrebi. Sve je napravljeno od materijala koji se mogu u potpunosti reciklirati.

Aeroponika je proces uzgoja biljaka u atmosferi zraka ili magle bez upotrebe tla ili agregatnog medija (poznatog kao geoponika). Riječ “aeroponic” izvedena je od grčkih riječi: aer (ἄρ, “zrak») i ponos (πόνος, “rad»). Aeroponska kultura razlikuje se od obje konvencionalne hidroponije, aquaponike i in vitro (biljna kultura tkiva). Za razliku od hidroponije, koja koristi tekuću hranjivu otopinu kao rastući medij i esencijalni mineral za održavanje biljnog rasta. Ponekad se smatra nekom vrstom hidroponije, budući da se voda koristi aeroponijom za prijenos hranjivih tvari.

Living Farming Tree

Izvor: <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/hexagro-farma-revolucionarni-vrt-u-zatvorenom-prostoru/>

Living Farming Tree – živo poljoprivredno stablo koristi aeroponiku, proces koji omogućuje urbanim uzgajivačima da uzgajaju usjeve bez tla ili pesticida i s oko 90 do 98 posto manje vode. Aeroponskom metodom korijenje biljka ima stalan pristup kisiku i hranjivim tvarima jer biljka u svojoj cjelini slobodno visi u zraku. Takvi sustavi štede 90% vode u usporedbi s hidroponskim, odnosno koriste samo 10% vode od potreba hidroponskog sustava.

Dobrobiti od Hexagro zelene farme, eng. Hexagro’s Living farming tree:

1. Znaete porijeklo hrane i dobivate svježu hranu bez pesticida.
2. Uzgajate nekoliko vrsta svježeg i zdravog organskog povrća i voća.
3. Manje kupujete, a više uzgajate sami, dakle manje trošite i imate dobit od svoje vlastite hrane.
4. Niska potrošnja vode (ušteda 90%) i energije upotrebom aeroponike.
5. Povećanje lokalne proizvodnjeskupljanje uroda je u manje od dva mjeseca.
6. Redukcija stakleničkih plinova – zaštita okoliša s ovim cirkulatornim modelom.

Sustav niske potrošnje energije

Prema Hexagro-u, ovaj sustav koji ima nisku potrošnju energije omogućava i povećanje prehrambene vrijednosti biljaka za 150 posto. Održavanje ovakve kućne zelene farme svedeno je na minimum, slaže se u blokovima poput LEGO kocki, a sastoji se od modula, LED svjetla i senzora. Ovakvim načinom može se uzgajati zeleno lisnato povrće, klice, začinske biljke, biljke za filtriranje zraka ili mali plodovi poput jagoda. Hexagro se nada da će u budućnosti omogućiti na ovaj način uzgoj cvijeća (jestivog i nejestivog) ili uzgoj povrća poput patlidžana, rajčice ili paprike. Za sada se još ne zna točna cijena “žive farme na stablu”, ali je Hexagrova masovna kampanja u tijeku. Uz vašu pomoć, Hexagro će pretvoriti vašu kuću u zatvorenu farmu. Svatko, bilo gdje, može pristupiti zdravoj hrani, kaže izvršni direktor Felipe Hernandez. Poveznica na internetsku stranicu na kojoj možete dobiti više informacija je <https://www.hexagourbanfarming.com/>. (<https://www.youtube.com/watch?v=muYa-JcCaDI>)

Tehničke karakteristike stroja su slijedeće:

- Maksimalno korisno područje: ~ 2,3m x ~ 17,7m
- Maksimalna visina biljke: ~ 0,5m



Slika . HEXAGRO-Living Farming Tree – živo poljoprivredno stablo

HIDROPONSKE FARME U GRADOVIMA

Hidroponija je inovativna metoda uzgoja biljaka u hranjivoj otopini (bogatoj nutrijentima odnosno anorganskim ionima neophodnim za život biljaka) sa ili bez krutih medija u zaštićenom prostoru, plasteniku ili stakleniku G r u j i ć 2019.

Hidroponski uzgoj biljaka omogućava uzgoj biljaka cijele godine na površinama na kojima uvjeti nisu pogodni, na tlima smanjene plodnosti te u uvjetima kada je proizvodnja limitirana veličinom površine ili nepovoljnim fizikalno-kemijsko-biološkim svojstvima tla.

Izraz hidroponija kreirao je profesor *William Gericke* u ranim 30 - im godinama prošlog stoljeća (B e i b e l, 1960.) opisujući uzgoj biljaka u vodi koja sadrži otopljene mineralne tvari.

Iako hidroponski uzgoj nije novi način proizvodnje (J o h n W o o d w a r d je 1699. objavio rezultate eksperimenta uzgoja mente u vodi, a Sachs i Knopp, 1862. su razvili osnove hidroponskog sustava).

Istraživači u potpunosti su razvili sustav za komercijalnu proizvodnju sredinom 20. stoljeća.

Hidroponiju su koristili Babilonski viseći vrtovi 600.godine prije nove ere.

Kod hidroponskog uzgoja postoji razlika u sustavu vlaženja supstrata te se s toga dijele na:

- otvorene sustave (drain to waste) – hranjiva otopina se samo jednom koristi za vlaženje supstrata
- zatvorene sustave – hranjiva otopina se reciklira. Ovaj sustav proizvodnje je ekološki prihvatljiv, jer se višak hranjive otopine, koji se skuplja u spremniku ponovno vraća i može ponovo koristiti što čini uštedu vode do 70 %.

Vrste hidroponskog uzgoja

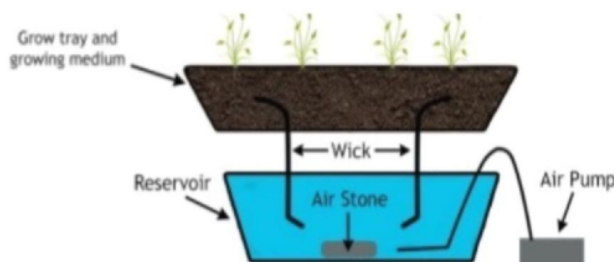
Prema P a r a đ i k o v i ć i K r a l j i č a k (2008.) u hidroponskom uzgoju razlikujemo dva sustava uzgoja i to :

- sustav proizvodnje bez supstrata : sustavi koji koriste samo hranjivu otopinu, vodu i zrak (Čoga, 2014.). Primjeren je za uzgoj kultura kao što su lisnato povrće i začinsko bilje.
- sustav proizvodnje s inertnim supstratom : sustavi koji koriste hranjivu otopinu u kombinaciji sa inertnim supstratima: organskog, anorganskog i sintetskog podrijetla (Čoga, 2014.). (više informacija: <https://www.youtube.com/watch?v=QzrOqZSNmEU>)

Kapilarni hidroponski uzgoj

Kapilarni uzgoj pasivan je način uzgoja biljaka i zbog svoje jednostavnosti postao je i najčešće korišteni sustav hidroponskog uzgoja. Velika mu je prednost mogućnost korištenja više supstrata, a hranjiva otopina se crpi iz spremnika.

Preporučuje se za uzgoj sporo rastućeg bilja, npr. cvijeća koje se uzgaja u lončanicama. Nedostatak ovog sustava se pokazuje kod biljaka koje troše velike količine vode i koje mogu brže upiti hranjivu otopinu nego što dolazi iz spremnika.



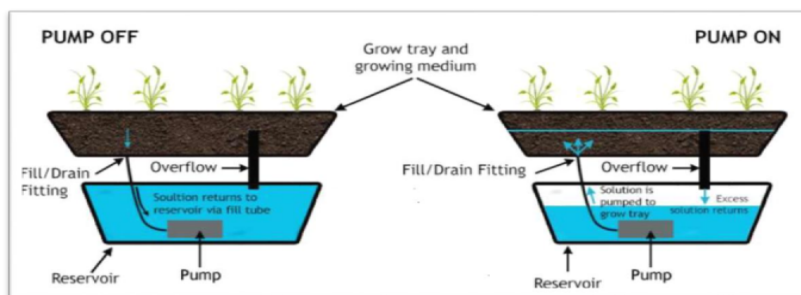
Slika . Prikaz kapilarnog (Wick) hidroponskog uzgoja
(<https://hidroponikpd.weebly.com/1-wick-system.html>)

Sustav oseke i plime (Ebb and Flow)

Ovaj sustav radi na principu intervala tijekom kojih se natapaju uzgojne posude hranjivom otopinom i vraćaju otopinu nazad u spremnik. Postupak se obavlja pumpom koja je povezana s kontrolnim satom. Kada se sat uključi, hranjiva otopina se pumpa u uzgojnu posudu, a kada se isključi, otopina se vraća natrag u spremnik slobodnim padom.

Timer(kontrolni sat) je podešen tako da se ovaj postupak ponavlja nekoliko puta dnevno što ovisi o veličini i vrsti biljke, temperaturi, vlažnosti i vrsti supstrata koji se koristi za uzgoj.

Najveći nedostatak ovog sustava je što se korijen i supstrat vrlo lako mogu isušiti. Do isušivanja dolazi ako se prekine vodeni ciklus, a potrebe biljke nisu zadovoljene (Dombaj, 2010.). Rješenje problema je u korištenju supstrata koji zadržava višak vode, a on može biti u obliku kamene vune, vermikulita, kokosovih vlakana i dr.

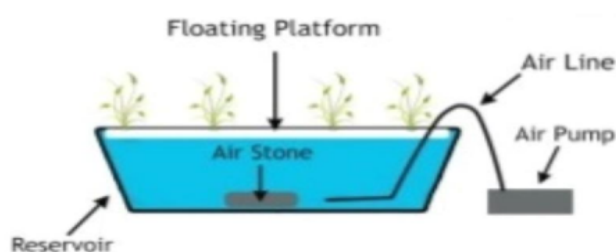


Slika . Prikaz plime i oseke
(<https://zelenastanica.com/growtips/nacini-uzgoja>)

Plutajući hidroponski sustavi (Vodena kultura - Water Culture)

Ovi sustavi su temeljeni na jednostavnom principu plitkih bazena ispunjenih hranjivom otopinom u kojoj plutaju polistirenske ploče ili kontejneri s biljkama. Sustav vodene kulture uključuje bazen u kojem se biljke uzgajaju na način da plutaju na stiropornoj podlozi ili se biljke nalaze u kontejneru. Korijen biljke je u potpunosti uronjen u vodu, a za uzgoj je neophodna zračna pumpa koja se koristi za prozračivanje vode tj. unošenje dovoljne količine kisika u vodu. Na ovaj način biljkama je osiguran neograničen pristup vodi, hranjivima i kisiku tijekom 24 sata.

Potrošnja vode je vrlo racionalna jer nema gubitaka evaporacijom i procjeđivanjem koji su uobičajeni u konvencionalnom uzgoju gdje je tlo supstrat za biljnu proizvodnju.

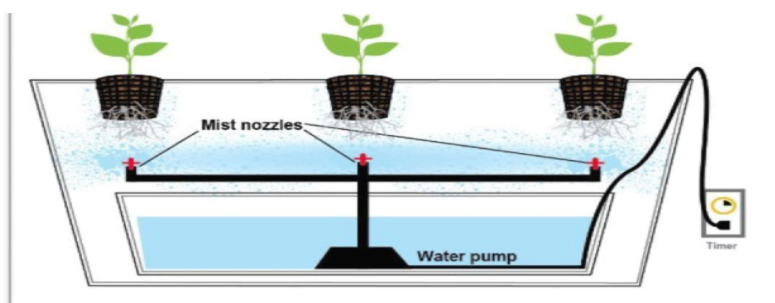


Slika 7. Sustav plutajućeg sustava

(<https://hidroponikpd.weebly.com/4-water-culture-system.html>)

Aeroponski uzgoj

Aeroponski uzgoj jedan je od najkvalitetnijih hidroponskih uzgoja. Korijen biljke nalazi se u zraku te se po njemu svakih nekoliko minuta raspršuje hranjiva maglica. Tim postupkom biljkama je dostupna dostatna količina kisika i hraniva te biljke rastu 50 % brže nego u uzgoju sa supstratom (Shrestha i Dunn, 2013.). Za ovaj uzgoj neophodni su držači stabljike jer se biljke ne mogu ukorijeniti u supstrat. Uz to, treba osigurati i neprozirna korita, jer je korijenje osjetljivo na svjetlo. Prednost aeroponskog uzgoja je lako premještanje i čišćenje korita kod pranja i dezinfekcije.



Slika 8. Aeroponski sustav uzgoja

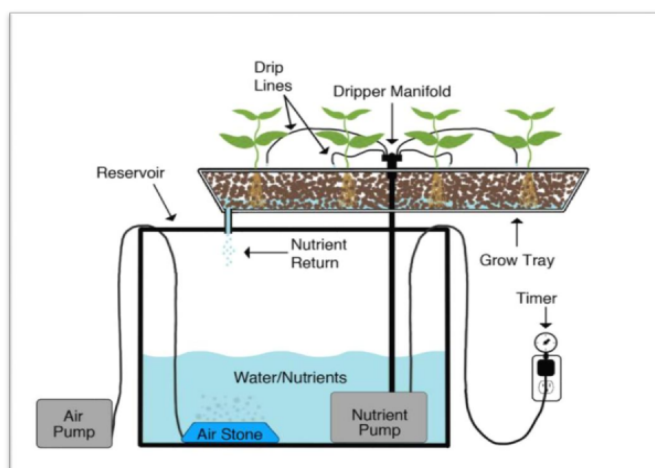
(<http://medigrowinnovation.com/2017/03/03/hydroponic-aeroponic-system/>)

Kapajući ili Drip sustav

U svijetu je najviše zastupljen sustav hidroponskog uzgoja sa supstratom. Koristi se za proizvodnju plodovitog povrća. Otopina hranjivih soli dovodi se podvodnom pumpom do svake biljke posebno s malom kapaljkom. U zatvorenom sustavu višak hranjive otopine koja otječe, vraća se u spremnik za ponovnu upotrebu. Otvoreni sustav ne preuzima već korištenu hranjivu otopinu (Dombaj, 2010.).

Preddnosti drip sustava su u tome što biljka ima potporanj za rast korijena, koristi se manja količina vode te je ovaj sustav pogodan za uzgoj više kultura odjednom.

Način funkcioniranja hidroponskog kapljičnog sustava je jednostavan. Voda (hranjiva otopina) ispušava se iz rezervoara kroz cijevi do biljke (gdje se nalazi korijen biljke), odakle iz kabine kaplje na supstrat za rast biljke. Hranjiva otopina se odlijeva, natapajući korijenje i supstrat sve do dna posude. Odatle hranjiva otopina teče kroz otvor/otvore, a gravitacija omogućuje descentno kretanje hranjive otopine kroz cijev sve do rezervoara.



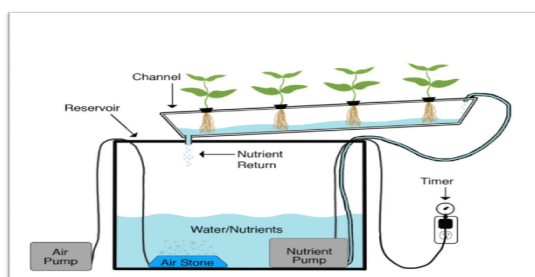
Slika 9. Prikaz kapajućeg sustava

(<https://zelenastanica.com/growtips/nacini-uzgoja>)

Tehnika hranjivog filma ili NFT

Tehnika hranjivog filma razvijena je 70-tih godina u Engleskoj i mnogi je smatraju najboljom hidroponskom metodom. Radi na principu spremnika s vodom i hranivima unutar kojeg je pumpa za vodu i raspršivanje zraka (Shrestha i Dunn, 2013.).

Voda otječe konstantno i vrlo sporo kroz plastične cijevi u kojima su rupičasti lončići s biljkama. Medij za rast je zrak i malo hidro supstrata u lončićima. Korijen je u stalnom dodiru s vodom i hranivima. Hranjiva otopina obogaćena je kisikom te protječe do kraja cijevi i vraća se nazad, odnosno reciklira se.



Slika 10. Prikaz tehnike hranjivog filma

(<http://aquaponicsgetdes.blogspot.com/2017/10/nutrient-film-technique-nft-hydroponic>)

SUPSTRATI U HIDROPONIJI

Razlikujemo supstrate organskog, anorganskog i sintetičkog podrijetla:

1. Organski supstrati: treset, rižine ljuske, kokosova vlakna, kora drveta, borove iglice i drugi. Navedeni supstrati imaju veliku sposobnost zadržavanja vode.
2. Anorganski supstrati: kamena vuna, vermikulit, kvarcni pijesak, stiropor i drugi. Navedeni supstrati imaju vrlo malu sposobnost izmjene kationa i to rezultira smanjivanjem njihove sposobnosti oslobađanja vezanih hraniva. Svoju strukturu zadržavaju tijekom dužeg vremena.
3. Sintetički supstrati: ekspanzirani poliuretani, ekspanzirani polistireni i urea formaldehid. Oni se javljaju kao nusprodukt industrije namještaja. Imaju nešto manji kapacitet zadržavanja vode od kamene vune, visoko su porozni te ukoliko se dezinficiraju vodenom parom moguće ih je koristiti duži vremenski period.

Aquaponica

Akvaponika je metoda uzgoja riba, povrća i voća koja ne zahtjeva tlo. Predstavlja samoodrživ sustav proizvodnje hrane koji kombinira tehnike akvakulturne proizvodnje riba, rakova i algi s tehnikama hidroponskog uzgoja bilja. Akvaponika je kombinacija dviju tehnika uzgoja, akvakulture i hidroponike. Uzgajivač kultivira slatkovodne ribe i biljke u cirkulirajućoj vodi koja razmjenjuje hranjive tvari između biljaka i riba.

Nusprodukti ribljeg metabolizma, uz pomoć bakterija, postaju organsko gnojivo za biljke, a korijen biljaka ujedno služi kao biofilter vode (B a r b a r a O z i m e c 2015). Akvaponski ciklus prikazan je na slici 1.

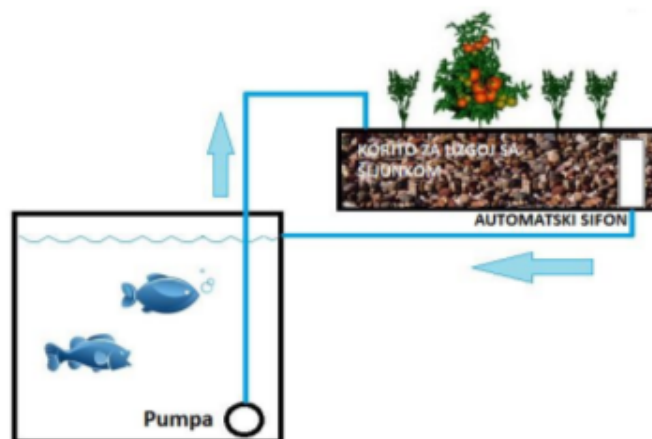
Moderan instalacija aquaphone Konstruirati iz spremnika s vodom za ribe, posude s umjetnim supstratom ili plutajuću platformu (od pjenaste plastike, na primjer) s otvorima za biljke, cijevima koje ih povezuju i filtrima. Također je potrebno da bakterije koje fiksiraju dušik žive u korijenu biljaka.

AKVAPONSKI UZGOJ RIBA I BILJAKA

Akvaponika je dio hidroponskog načina uzgoja koji ne koristi tlo kao medij korijena. U obje metode uzgoja, korijen bilja se nalazi u vodi bogatoj kisikom i hranjivima potrebnima za rast bilja. Ne samo da je potrebna puno manja količina vode nego u tradicionalnom načinu uzgoja, već je i skraćeno vrijeme dozrijevanja usjeva. Salati je, na primjer, potrebno 26 do 30 dana da bude spremna za branje, dok je onaj koja raste u tlu potrebno 45 do 48 dana (DONALDSON, 2008).

Za razliku od hidroponike, akvaponika u svoj sustav uvodi još jedan segment uzgoja – ribe. One istovremeno predstavljaju i izvor organske hrane za bilje. Koncept korištenja ribljeg otpada za prehranu biljaka postoji već stoljećima, rane civilizacije u Aziji i Južnoj

Americi koristile su ovu metodu.



Slika 6. Akvaponijski sustav uzgoja riba i biljaka (Izvor:

<http://www.endlessfoodsystems.com/how-does-it-work.html>)

Akvaponika integrira akvakulturu i hidroponski sustav uzgoja u zatvoreni cirkulirajući sustav. Voda prolazi iz jednog ili više spremnika za uzgoj riba u korito za uzgoj u kojem su zasađene biljke (medij u koritu su najčešće glinene kuglice, pijesak, šljunak, agropertl, itd.) te se ponovno vraća u spremnik s ribama. Sustav je prikazan na slici 6.

Kroz ovaj postupak, bakterije koje žive u sustavu, riblji otpad pretvaraju u organsko gnojivo. Biljke apsorbiraju hranjive tvari te filtriraju vodu prije nego što se vrati u spremnik za uzgoj riba. Ovaj sustav oponaša prirodne riječne ekosustave i sadrži vrlo učinkovite metode za proizvodnju hrane. Kroz recirkulaciju i ponovno korištenje vode, akvaponika koristi znatno manje vode od klasične poljoprivredne proizvodnje. Većina hranjivih tvari potrebnih za postrojenje dostupna je iz sustava, iako se neke hranjive tvari (npr. željezo) moraju dodavati u sustav radi optimalnog rasta bilja. U konačnici, uzgajivač dobije dva proizvoda, ribe i svježe voće i povrće, po cijeni jednog ulaza (Barbara Ozimec 2015)).

Redoviti unos u sustav je jedino hrana za ribe.

Akvaponika, u obliku koji danas poznajemo, razvila se u moderan održiv sustav proizvodnje hrane tijekom 1980-ih i 1990-ih.

Dušikov ciklus u akvaponikom sustavu

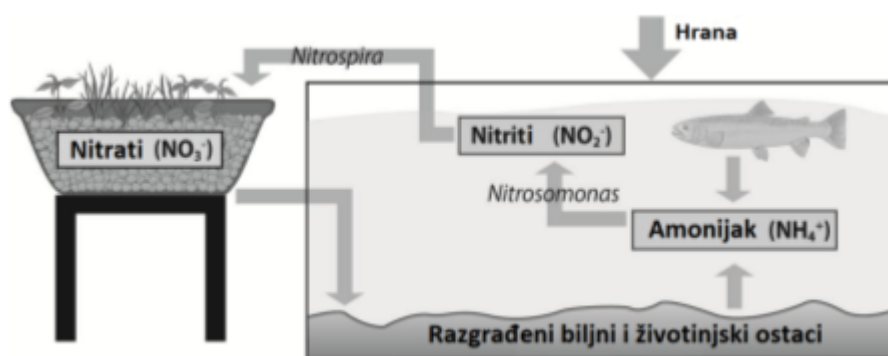
Dušik je temeljni element koji je neophodan za sve oblike života na Zemlji. Važna je komponenta i u biljnim, i u životinjskim stanicama. Organizmu je potreban za proizvodnju proteina, nukleinskih kiselina te aminokiselina. Iako čini 78 posto Zemljine atmosfere, većina organizama može ga koristiti samo kada je "fiksiran"- u kombinaciji s ugljikom, kisikom i vodikom.

Dušikov ciklus je proces u kojem bakterije pretvaraju dušik iz atmosfere u spojeve koje biljke mogu apsorbirati. Predstavlja najvažniji proces unutar akvaponičkog sustava.

Odgovoran je za pretvaranje ribljeg otpada u hranjiva za biljke. Bez tog procesa, kvaliteta vode u sustavu pada te postaje toksična i ribama i biljkama. U akvaponici, sustav je uravnotežen kada postoji dovoljna količina bakterija koja pretvara amonijak u odgovarajući oblik dušika iskoristiv za biljke. Bakterije će prirodno stići u sustav i kolonizirati vodu i biofilter (glinene kuglice, kamenje i sl.). Bakterije su mikroorganizmi koji su zaslužni za pretvorbu ribljeg otpada u hranjive tvari za biljke. Važno je razumjeti kako stvoriti zdravo okruženje za bakterije koje će omogućiti da napreduju unutar sustava. Zdrava kolonija bakterija će odrediti uspjeh akvaponskog sustava. Zreli sustav će sadržavati dovoljno bakterija da razgrade sav otpad u hranjive tvari za biljke.

Sljedeći faktori opisuju kako se taj proces događa unutar akvaponskog sustava. Ribe u spremniku za uzgoj se hrane, probavljaju hranu i proizvode otpad. Ribe izlučuju 10 amonijak (NH_3) putem urina, izmeta (oko 17 %) i putem škrga (oko 80 %). Dušikov ciklus je proces u kojem taj amonijak jedna vrsta bakterija *Nitrosomonas* sp. pretvara u nitrite (NO_2^-), a zatim *Nitrobacter* sp. pretvara nitrite u nitrata (NO_3^-). Nitrit je manje otrovan spoj za ribe od amonijaka, međutim visoka razina nitrata će spriječiti uzimanje kisika ribama te će uzrokovati oštećenje škrga. Nitrat je vrlo pristupačan izvor hranjivih tvari za biljke, a i ribe toleriraju mnogo višu razinu nitrata za razliku od amonijaka i nitrita.

Kada se ove bakterije nalaze u dovoljnom broju kako bi pretvorile sav amonijak i nitrite proizvedene u sustavu, tada je ciklus uravnotežen. Ovaj proces obično traje oko mjesec dana, no to se može dogoditi puno brže i puno sporije, ovisno o vanjskim uvjetima okoline. Najoptimalnija temperatura za razvoj bakterija je 25-30 °C. Na 18 °C njihova stopa rasta je smanjena za 50 %. Na 8-10°C smanjuje se za 75 %. Reprodukcijska se zaustavlja kod temperature od 4°C. Do odumiranja bakterija dolazi na temperaturi ispod 0 °C ili iznad 49 °C (DONALDSON, 2008).



Slika . Dušikov ciklus 1

(zvor: <http://theaquaponicsource.com/2010/11/01/starting-your-aquaponics-system-using-fishless-cycling>)

Literatura

- <https://www.agroklub.ba/eko-proizvodnja/urbane-farme-u-velikim-gradovima/22826/>
- <https://farm.bot/products/farmbot-express-max-v1-0>
- <https://www.naturala.hr/urbani-vrtovi-korisni-za-zdravlje-korisni-za-okolis/>
- <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/hexagro-farma-revolucionarni-vrt-u-zatvorenom-prostoru/>
- Dušanka, Gajdić., (2019): Definiranje i obilježja kratkih opskrbnih

lanaca poljoprivredno- prehrambenih
proizvoda, EKON. MISAO I PRAKSA DBK. GOD XXVIII. (2019.) BR. 1. (381-408)UDK /
UDC: 338.43:658.72

- Nina Grujić Tomas (2019): Hidroponski uzgoj biljaka, Završni rad, SVEUČILIŠTE JOSIPA
JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKUFAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI
OSIJEK.

- Barbara, Ozimec., (2015): Pilot Projekt Akvaponskog Sustava, Završni rad, VELEUČILIŠTE U
KARLOVCU

, ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE

, STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE.

Pitanja

- Objasnite principe poljoprivredne proizvodnje u kontrolisanim uvjetima?
- Na kojem principu se odvija aeroponski uzgoj biljaka?
- Šta je hidroponija i koje sustave hidroponskog uzgoja imamo?
- Objasnite principe aquaponice u poljoprivrednoj proizvodnji?