SUSTAVI ZA NAVODNJAVANJE U VERTIKALNOM UZGOJU POVRĆA I CVIJEĆA

Burger, Nikolina

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:086711

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nikolina Burger, apsolvent
Preddiplomski studij smjera hortikulture

SUSTAVI ZA NAVODNJAVANJE U VERTIKALNOM UZGOJU POVRĆA I CVIJEĆA

Završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nikolina Burger, apsolvent

Preddiplomski studij smjera hortikulture

SUSTAVI ZA NAVODNJAVANJE U VERTIKALNOM UZGOJU POVRĆA I CVIJEĆA

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. doc. dr. sc. Tomislav Vinković, član

Osijek, 2016.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1.
2.	VERTIKALNI VRTOVI	2.
	2.1. POZITIVNE STRANE VERTIKALNOG UZGOJA	4.
	2.2. NEGATIVNE STRANE VERTIKALNOG UZGOJA	6.
3.	SUSTAV ZA NAVODNJAVANJE VERTIKALNIH VRTOVA	7.
	3.1. HIDROPONSKI UZGOJ	8.
	3.2. RIBNJACI U VERTIKALNOM UZGOJU	9.
	3.3. AEROPONSKI UZGOJ	10.
4.	SUPSTRATI U VETIKALNOM UZGOJU	11.
	4.1. MINERALNA (ILI KAMENA) VUNA	11.
	4.2. KOKOSOVA VLAKNA	14.
5.	ODABIR BILJAKA	16.
6.	ZAKLJUČAK	19.
7.	LITERATURA	20.
8.	SAŽETAK	21.
9.	SUMMARY	22.
10.	POPIS SLIKA	23.
11.	POPIS TABLICA	23.
	TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	24.

1. UVOD

Vertikalno vrtlarstvo je neobičan način vrtlarenja, jer kako i sama riječ označava biljke rastu vertikalno bez ili na jako malo zemlje. Riječ je o prirodnom procesu jer u prirodi postoje biljke koje rastu na staništima bez zemlje. Utemeljiteljem ove metode smatra se Patrick Blanc, profesor botanike, želeći što zbog estetskih razloga, a što zbog sve veće potrebe za prostorom uzgajati horizontalno biljke. Nakon višegodišnjeg istraživanja, uspio je postići da biljke mogu ostati žive i bez zemlje, u vertikalnom obliku.

Proučavajući botaniku malezijskih vapnenačkih stijena Patric Blanc uočio da je tropskom bilju dovoljan minimum supstrata i obilje vode te je u tome vidio šansu za novim kreativnim izražajem. U fazi same tehničke realizacije ideje ekspirementirao je sa različitim vrstama biljnog materijala, debljinama supstrata, vrstama nosive konstrukcije, geotekstilom različite strukture i sastava, a ponajviše sistemom za automatsko navodnjavanje i prihranom bilja. Svoj izum naziva „Sustav za uzgoj bilja bez tla na vertikalnoj podlozi „ – poznat pod nazivom Zeleni zid „Mur Vegetal“ zaštitio je i na njega polaže autorska prava.

Vertikalni vrt može biti postavljen na bilo koji zid, u potpunosti je primjenjiv na vanjskim, kao i na unutarnjim zidovima. Ovisno o prostoru (interijer, ekterijer, orijentacija, klima ...) biraju se biljne vrste koje se postavljaju na vertikalni vrt te se time dobije efektna površina s minimalnim zahtjevima za održavanje (svaki vertikalni vrt ima automatizirani sustav navodnjavanja).

Zbog visoke cijene, manjka profesionalaca koji izvode takve sustave i nemogućnosti dobave na našem tržištu malo je projekata sa vertikalnim vrtovima.

Vertikalni vrtovi omogućuju jednostavnost korištenja mješavine supstrata i zadržavanja hranjivih tvari. Svaki vertikalni vrt treba imati kontrolirano navodnjavanje i individualni pristup biljkama stvarajući optimalne uvjete za uspješan rast biljaka na vertikalnom vrtu. Poboljšava mikroklimatske uvjete u prostorima i bitno utječe na smanjenje potrošnje energije.

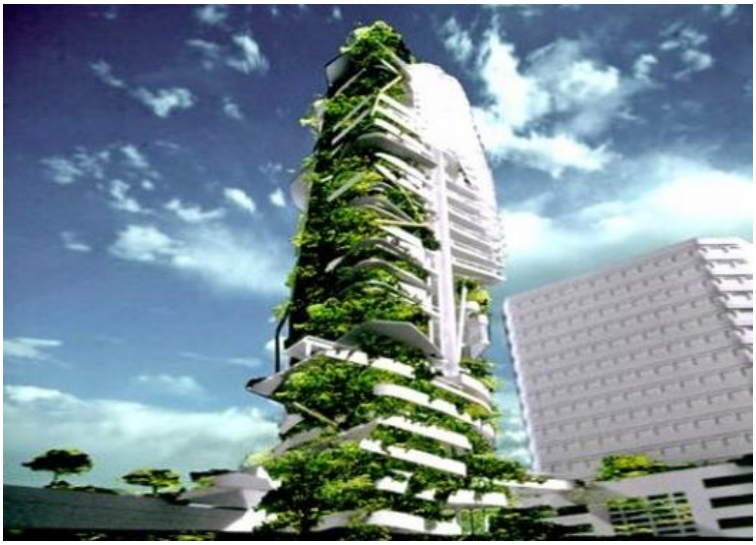
2. VERTIKALNI VRTOVI

Prema predviđanjima do kraja 2050. godine na planeti Zemlji broj stanovništva porasti će do 9 bilijuna. U pogledu poljoprivredne odnosno biljne proizvodnje porast populacije zahtijeva i drugačiji pristup proizvodnji. Smanjenje poljoprivrednih površina odnosno smanjenje uroda uslijed pojave i širenja novih štetočina, bolesti kao i klimatskih promjena, onečišćenja okoliša zahtijeva razvoj novih alternativnih sustava proizvodnje. Vertikalni sustav omogućuje bolje iskorištenje površine odnosno povećanje uroda po jedinici površine te se smatra budućnost povrćarske proizvodnje. Osim manjih vertikalnih vrtova u vrtovima obiteljskih domova ovaj način uzgoja u budućnosti može poprimiti oblik građevina koje će u potpunosti biti uklopljene u život grada odnosno građana kao cijenila. Primjer vertikalnog vrta koji ukrašava zid obiteljske kuće prikazan je slikom 1.



Slika 1. Vertikalni vrt s ukrasnim biljem
(Izvor: www.artificialplantstopiarysculpture.com)

Vertikalni sustav uzgoja zahtijeva poznavanje arhitekture, tehnologije te biljne proizvodnje popraćeno energetskom učinkovitošću. Prema Cicekli i Barlas (2014.) vertikalnim sustavom na 1000 m^2 postiže se proizvodnja kao 4000 – 30000 m^2 konvencionalnog uzgoja. Autori također naglašavaju kako je kod vertikalnog uzgoja gubitak uslijed suše, poplave, bolesti i štetnika sveden na minimum odnosno gubitci u potpunosti izostaju. Na slici 2. futuristički je prikaz vertikalnoga sustava proizvodnje “Vertical farming” koji su uklapa u modernu vizuru grada.



Slika 2. Futuristički prikaz vertikalnog sustava uzgoja u urbanoj sredini
(Izvor: www.artificialplantstopiarysculpture.com)

Futuristički urbani sustavi proizvodnje povrća i cvijeća su građevine od 30 katova koje bi prema viziji autora u potpunosti bili uklopljeni u moderni građanski život. Pojedini autori ističu kako bi 130 takovih vrtova moglo opskrbiti hranu za grad veličine New Yorka (Despomier, 2010.).

Pored navedenih prednosti uzgoja hrane u vertikalnim vrtovima valja naglasiti mogućnost prodaje svježih namirnica na samom mjestu proizvodnje čime se značajno smanjuje cijena jer je izbjegnut trošak skladištenja, dorade i sl. Nadalje, ne treba zanemariti održivost ovakvih sustava proizvodnje jer naime ovakve moderne građevine su projektirane tako da koriste alternativne izvore energije kao što su energija sunca i vjetra. Primjer samoodrživog vertikalnog sustav prikazan je slikom 3.

Prema podacima Ujedinjenih Naroda (2013.) do 2050. godine broj stanovništva u urbanim dijelovima porastao bi do 6 bilijuna, a 90% njih u zemljama u razvoju.

Pored problema porasta stanovništva u budućnosti pojedini autori navode i problem povećanja koncentracije CO_2. Naime prema scenarijima klimatskih promjena do 2090.-2099. godine koncentracija CO2 s dosadašnjih 380 ppm će porasti do 730 ppm. Nadalje predviđa se porast koncentracije plinova koji uništavaju ozon uslijed čega će se zagrijavati atmosfera (do 2099. godine temperatura će porasti za (1,8 do 4 ^oC), topiti će se glečeri što vodi do povećanje razine mora za 26 do 59 cm (Evangelia i Karagkiodizis, 2012.). Prema tome,

proizvođači će biti primorani naći rješenje za biljnu proizvodnju, a vertikalni vrtovi nude potencijalno rješenje.



Slika 3. Samoodrživost vertikalnog sustava

(Izvor: www.futureearth.com.au)

Prema UNPD (2008.) u 2000. godini svjetski mega gradovi zauzimaju 2% zemljine površine, ali upotrebljavaju 75% zalihe drveta, 60% vode za piće i gotovo 80% emisije CO_2.

2.1. Pozitivne strane vertikalnog uzgoja

Osim navedenih prednosti vertikalnog uzgoja Cicekli i Barlas (2014.) navode slijedeće.

- izostanak plodoreda;
- nova zanimanja i radna mjesta;
- uljepšana urbana središta;
- lakopristupačna svježa hrana;
- prenamjena napuštenih građevina i zemljišta.

Pored uloge proizvodnje hrane za stanovništvo vertikalni uzgoj odnosno vertikalni vrtovi nude beskonačna i kreativna rješenja za povećanje zelenih površina u urbanim sredinama.

Vertikalni vrtovi bi preuzeli ulogu nekadašnjih gradskih parkova. Jedan od takovih primjera prikazan je slikom 4. Osim obogaćivanja gradskih sredina svježim kisikom i zelenom bojom ovakva izvedba gradskoga vrta omogućava integraciju različitih sadržaja kao što su dječja igrališta, kino dvorane, staze za trčanje ili brzo hodanje. Takove urbane građevine bile bi stanište mnoštvu ptica i korisnih kukaca.



Slika 4. Vizija gradskoga parka u vidu vertikalnog vrta

(Izvor: www.futureearth.com.au)

Razlika između vertikalnoga vrta i konvencionalnog "horizontalnog" vrta je samo u položaju biljaka odnosno tehnologija uzgoja je jednaka. Prikupljanje i recikliranje drenažne vode, upotreba vode za manje ribnjake ili ukrasne akvarije, robotizirano ubiranje plodova također se koriste u staklenicima odnosno horizontalnim vrtovima današnjice.

Kod vertikalnog uzgoja sva kondenzirana vlaga je akumulirana u cijevima na vrhu etaža te se ponovno upotrebljava u proizvodnji. Prema procjeni Cicekli i Barlas (2014.) u vertikalnom uzgoju godišnje bi se uštedilo 220000 m^3 vode.

Banerjee (2014.) je proučavao ekonomsku isplativost vertikalnog uzgoja voća i povrća na 37 katova. Rezultati istraživanja su temeljni na simulaciji proizvodnje. Autor navodi 3500 t uroda voća i povrća te 140 t filea ribe što je 516 puta više u odnosu na konvencionalni uzgoj na površini od 0,25 ha. Početna ulaganja za ovakav vertikalni uzgoj su 200 mil. €. Sustav

zahtjeva 8 mil. litara vode te 3,5 GWh godišnje. Cijena koštanja proizvoda bila bi 3,5 do 4 €/kg.

Primjer vertikalnoga vrta nalazimo u Južnoj Koreji, Suwan. Vertikalni vrt izgrađen je na tri kata ukupne površine 450 m^2. Prema Fabian i Kollenberg (2011.) gotovo 50% energije za rad sustava opskrbljen je iz obnovljivih izvora kao što su geotermalne vode i sunčeva energija.

2.2. Negativne strane vertikalnog uzgoja

Biljke u svom prirodnom okruženju dobivaju sve što im je potrebno za rast no u vertikalnom uzgoju svaku od komponenti (voda, svjetlost, toplina, hraniva) biljkama treba osigurati. U prvom redu potrebno je osigurati prostor za rast biljke kao hraniva te vodu što poskupljuje izvedbu sustava jednako kao i kod konvencionalnih staklenika ili plastenika. Navedeno dovodi do zaključka kako je izgradnja vertikalnih vrtova ekonomski opravdana u onim područjima gdje agroekološki uvjeti ne omogućuju proizvodnju na otvorenome. Nadalje u područjima sa nedostatkom proizvodnih površina kao što su mega gradovi ili aridna područja gdje je potpuni nedostatak prirodnih oborina.

U vertikalnom sustavu proizvodnje biljkama je svjetlost osigurana na umjetan način. Premda ovakav način osigurava kontrolu svjetlosti određene kakvoće i valne duljine treba sagledati i cijenu koštanja što se odražava na cijenu krajnjega proizvoda. Prema tome opravdanost ovakvog uzgoja može biti u područjima gdje prirodna svjetlost nije dovoljna za fotoperiodizam ili nasuprot tome u područjima gdje je intenzitet svjetlosti za pojedine biljke prevelik (salata).

3. SUSTAV ZA NAVODNJAVANJE VERTIKALNIH VRTOVA

Navodnjavanje u vertikalnom uzgoju temeljen je na hidroponskom uzgoju. Ovaj način uzgoja temelji se na pretpostavci da biljke ne trebaju tlo za rast, već ono služi isključivo kao fizički potporanj, dok se tvari potrebne za rast i razvoj biljka mogu osigurati iz drugih izvora.

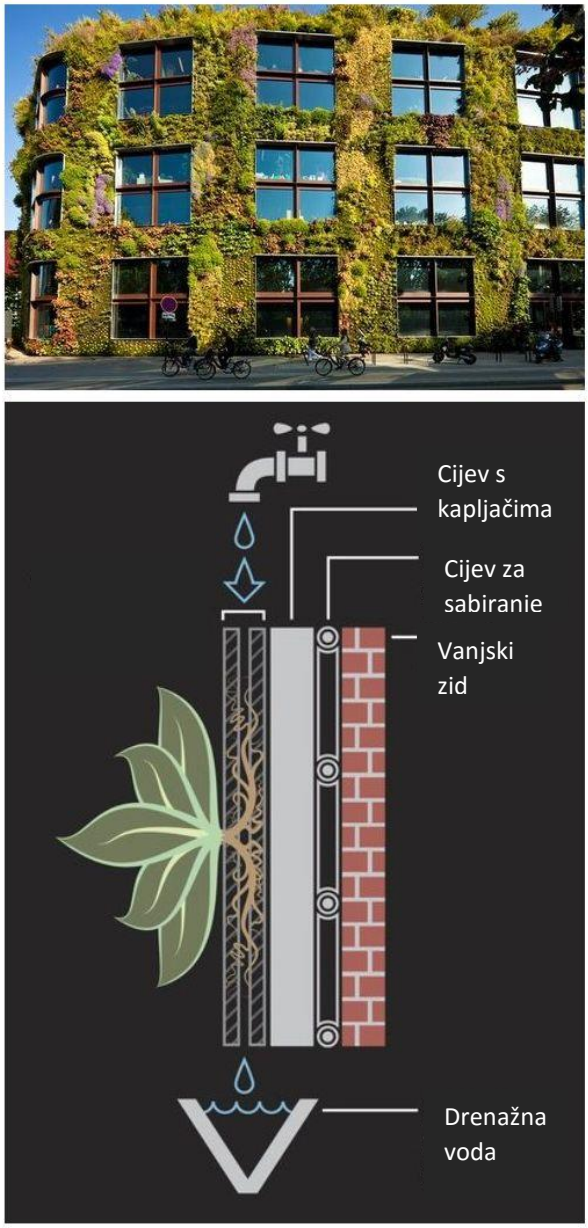
Sustavi koji su dizajnirani za vertikalno vrtlarenje danas se koriste u horizontalnom stakleničkom uzgoju. Prema tome vertikalni uzgoj u budućnosti moguć je samo uz poznavanje današnje hidroponske tehnologije, te sustava za isparavanje i reciklažu. U vertikalnom uzgoju vlaga je zarobljena unutar cijevi u stropu na svakom katu gdje se nalaze spremnici za biljke. Vlaga se kondenzira i ponovno upotrebljava. Vodena para (vlaga) koja isparava iz biljaka kondenzira se u cijevi u kojima teče hladna tekućina. Na temelju procjene u okomitom uzgoju na ovakav način se oko 220 000 m^3 vode se može prikupiti na godišnjoj razini (The Economics of Vertical Farming, Chirantan Banerjee)

Sustav navodnjavanja u vertikalnom uzgoju ima posebne zahtjeve. Takav sustav osim što treba osigurati vodu za sve podsustave zgrade (potrebe biljaka, tehnološki procesi i dr.) njime se također osiguravaju potrebne hranjive tvari za biljke i to na svakoj etaži uzgoja.

Takovi podsustavi temelje se na aeroponskom načinu proizvodnje koje koristi NASA za bio reaktore (Agrihouse, 2011). Ukratko, ovakav sustav uključuje prskanje hranjive otopine (točnije prskanje sve biljke posebno temeljeno na njezinim potrebama) izravno na korijenje. Prema AgriHouse (2011.), uzgajivači koji odabiru aeroponsku metodu mogu smanjiti potrošnju vode za 90%, korištenje gnojiva za 60% i sve to uz povećanje prinosa od 45-75%.

Autori također navode kako je potrebno oko 217 000 litara vode dnevno od čega je oko 14 000 l apsorbirano. Neiskorištena voda ulazi u sustav za pročišćavanje te je ponovno korištena za navodnjavanje odnosno za prihranu. Ovakav način predstavlja zatvoreni sustav u kojem se štete hraniva, energija odnosno smanjuju se troškovi.

3.1. Hidroponski uzgoj



Slika 5. Navodnjavanje kap po kap u vertikalnom uzgoju

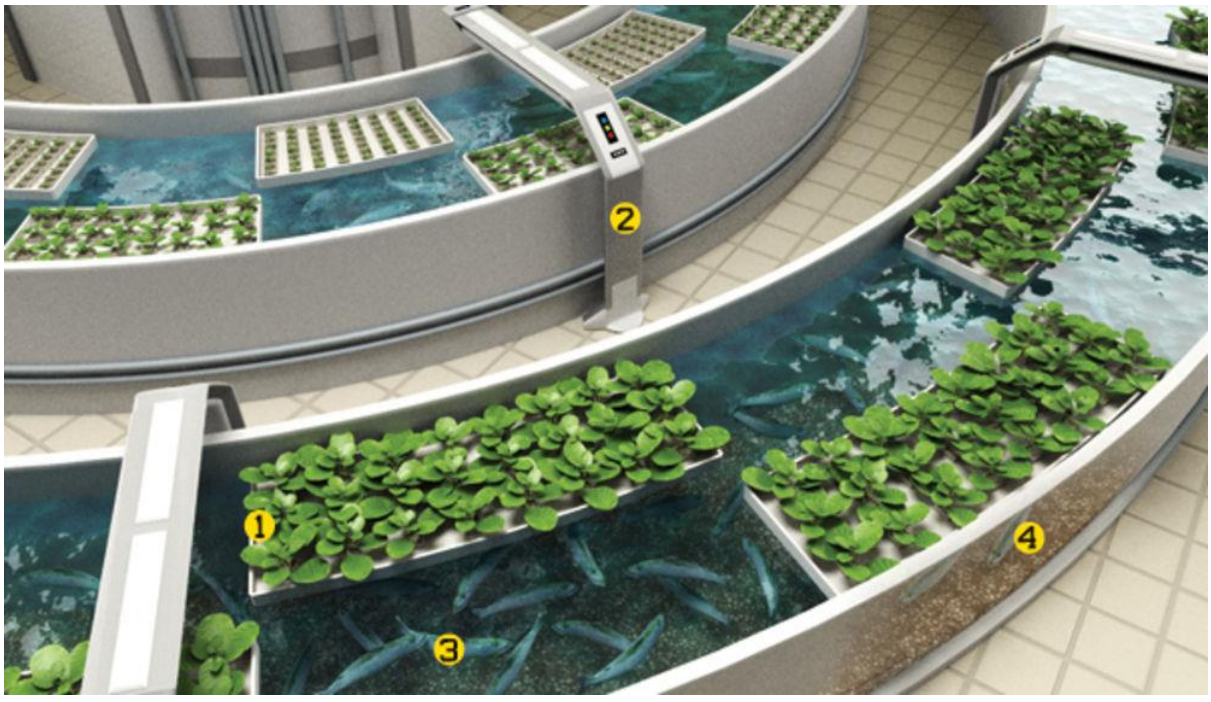
(Izvor: www.pinterest.com)

Kapaljke su hidrauličke naprave koje raspodjeljuju vodu na tlo u formi pojedinačnih kapi. Izrađene su od plastike, a ima ih mnogo vrsta i tipova. Gotovo svaki proizvođač opreme ima vlastite konstrukcije kapaljki. U principu su to vrlo jednostavne i male naprave sa sitnim

rupicama ili posebnim izvedbama kuda protječe voda gubeći svoj tlak, tako da se pri izlasku formiraju kapi. Zbog svojih minijaturnih promjera otvora, na kapaljkama često dolazi do začepljenja, a time i prestanka rada te ih je potrebno zamijeniti. Moglo bi se reći kako je uz spomenuti problem cijena sustava najizraženija negativna strana sustava. Na slici 5. prikazan je sustav navodnjavanja kap po kap koji koristimo pri izradi vertikalnih vrtova.

3.2. Ribnjaci u vertikalnom uzgoju

Vertikalni uzgoj kao i konvencionalni hidroponski uzgoj u stakleničkoj biljnoj proizvodnji nudi dodatnu mogućnost „zatvaranja“ ciklusa proizvodnje odnosno potpuno iskorištenje „inputa“ i „outputa“ postavljanjem ribnjaka. Uloga ribnjaka u vertikalnim sustavima uzgoja može biti dvojaka. Moguće je upotrebljavati bio otpad ribnjaka za gnojidbu biljaka ili upotreba vode iz ribnjaka u „soil less“ sustavima (Aquaponics). Jedan od takovih sustava proizvodnje prikazan je na slici 6.

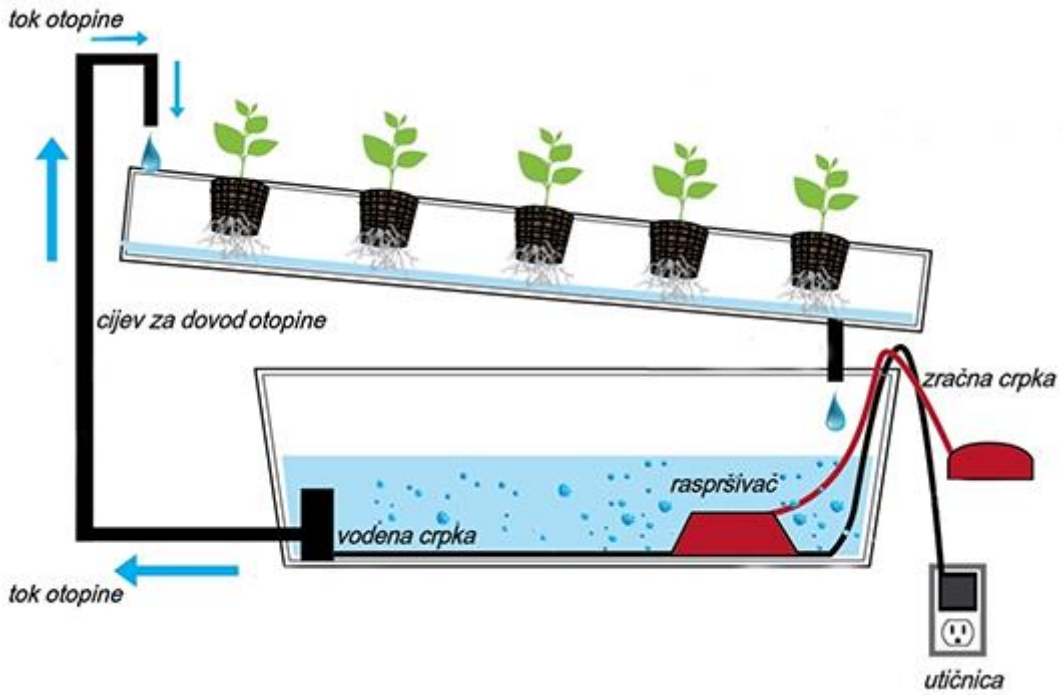


Slika 6. Aquaponic i ribnjak kao zatvoreni ciklus proizvodnje

(Izvor: www.popsci.com)

3.3. Aeroponski uzgoj

Aeroponski uzgoj (slika 7.) predstavlja najvišu tehnologiju u hidroponskom uzgoju. Sličan je tehnici hranjivog filma jer kao supstrat za rast koristi zrak. Ovdje korijenje visi u zraku i kupa se u koritu u fino raspršenoj hranjivoj maglici. Raspršivanje se vrši svakih nekoliko minuta. Korijenje puno lakše upija hranjiva uz tako velike količine kisika. Biljke rastu brže do 50% u odnosu standardni uzgoj sa supstratom.



Slika 7. Aeroponski uzgoj biljaka
(Izvor: www.gospodarski.hr)

Aeroponske biljke nemaju se za što primiti korijenjem. Zato aeroponika treba držače stabljike kako bi stajala na mjestu. Budući da korijenje ne raste na svjetlu svako korito kroz koje se puštaju aeroponska hranjiva mora biti neprozirno. Na slici 7. možemo vidjeti kako funkcionira aeroponski sustav. Korita se nakon uzgoja samo operu i dezinficiraju. Aeroponski sistem lakše se čisti i premješta od standardnog hidroponskog. Doziranje hranjivih soli i ostale akcije su precizne i zahtijevaju dosta znanja i umijeća.

4. SUPSTRATI U VERTIKALNOM UZGOJU

U vertikalnom uzgoju jednako kao i u hidroponskom odnosno stakleničkom uzgoju povrća i cvijeća mogu biti organskoga odnosno mineralnoga podrijetla. Najčešće se kao supstrat koristi kamena vuna (ili kamena) koja ima veliki kapacitet zadržavanja vode i hranjivih tvari i postepenog i kontroliranog oslobađanja te od organskih supstrata kokosova vlakna.

4.1. Mineralna (ili kamena) vuna

Mineralna (ili kamena) vuna nije sintetička podloga. Mineralna vuna dobiva se topljenjem bazalnog kamena i vapnenca na 1600-1800 °C, pri čemu se ponašanjem prirode stvara lava, koja se u specijalnim centrifugama prevodi u tanke zamršene niti koje su nalik šećernoj pjeni. Ovako visoka temperatura u procesu pravljenja podloga od mineralne vune onemogućava prisustvo patogenih mikroorganizama i drugih štetnika u njima.

Također, mineralna vuna je kemijski neutralna, što znači da ne reagira sa hranljivom otopinom koji teče kroz nju. Od l m^3 bazaltnih stijena dobiva se oko 37 m^3 mineralne vune. Najveća nalazišta kvalitetnih bazaltnih stijena za ovu svrhu nalaze se u Švedskoj, Španjolskoj i Poljskoj.

Dobivena vlakna mineralne vune, u procesu centrifugiranja, dalje se prešaju i oblikuju u blokove, kocke, lončanice i kontejnere različitih dimenzija, dok se neiskorištena vlakna granuliraju. Blokovi, kocke i kontejneri od kamene vune koriste se isključivo kao podloge za hidroponsku proizvodnju presadnica i odraslih povrtnih biljaka, dok se granule od mineralne vune mogu koristiti zasebno (npr. u hidroponskom uzgoju biljaka za lončanice) ili kao dodatak smjesama organskih supstrata. Tako, dodavanje upijajućih granula mineralne vune tresetno - pognojenih smjesa (u količini 25-50% od ukupne zapremine smjese) znatno povećava vodni kapacitet i aeraciju, potičući rast i razvoj biljaka, a kasnije i njihovo čuvanje u skladištu. Pored granula koje imaju ulogu apsorbiranja (upijanja) vode, postoje i granule koje „odbijaju“ vodu i predstavljaju odličnu zamjenu za sredstva koja poboljšavaju aeraciju poput perlita i granula od stiropora.

Prema svjetskim proizvođačima sustava za hidroponski uzgoj, proizvodnja povrća na mineralnoj vuni upravo predstavlja povratak prirodi. To se može objasniti sljedećim prednostima proizvodnje povrća i cvijeća na ovoj podlozi:

- podloge od mineralne vune su u savršenom skladu sa okolinom jer je ne onečišćuju, čiste su (sterilizirane) i ne predstavljaju izvor bolesti povrća,
- uzgojem povrća na kamenoj vuni ostvaruje se visok prinos i odlična kvaliteta njihovih jestivih dijelova, a onečišćenje okoliša je svedeno na minimum,
- nema gubitaka vode i hranljivih tvari tokom uzgoja usijeva, čime se postiže ušteda vode i gnojiva,
- sredstva za zaštitu biljaka se ne akumuliraju niti u biljkama niti u podlogama, jer su u ovakvom načinu proizvodnje povrća potrebne znatno manje količine zaštitnih sredstava nego pri uzgoju na zemljištu,
- pošto je proizvodnja automatska i ne koristi se mehanizacija, ulaže se znatno manje ljudskog rada (manje radne snage) nego u tradicionalnoj proizvodnji povrća na zemljištu,
- upotrjebljene podloge od kamene vune se recikliraju,
- biljke koje se uzgajaju na kamenoj vuni ne troše svoju energiju na formiranje velikog korjenovog sustava, već prvenstveno na formiranje nadzemnog dijela biljke, odnosno na formiranje jestivih dijelova biljaka (plodova, listova i dr.),
- proizvođač sasvim jednostavno prati na računalu sve promjene u zaštićenom prostoru (temperatura zraka i zemljišta, relativna vlažnost zraka i zemljišta), tako da zahvaljujući tome lako i pravovremeno može reagirati.

Hidroponski uzgoj na mineralnoj vuni daje značajan doprinos poboljšanju uvjeta rada u povrćarstvu zbog relativno lakog rukovanja ovim proizvodima (kocke, blokovi, kontejneri, granule), kao što se vidi na slikama 8. i 9. Također mineralna vuna je doba podloga za uzgajanje i zbog uzgoja povrća na čistim i sterilnim podlogama (koji ne sadrže patogene mikroorganizme i štetnike) uz prilično smanjenu upotrebu sredstava za zaštitu bilja. Zbog toga je vrlo važno naglasiti da je za ovu proizvodnju neophodna mikrobiološka i kemijska analiza vode koja se u hidroponskom uzgoju koristi za navodnjavanje i pripremanje hranljivih pripravaka za biljku.

Mikrobiološka analiza je važna kako se u čistu podlogu ne bi unijeli patogeni mikroorganizmi iz vode koja se koristi za navodnjavanje, a kemijska analiza je značajna za određivanje količine hranjivih tvari potrebnih za biljku. Infekcija biljaka koje se uzgajaju na mineralnoj vuni može da se pojavi uslijed kupovine sjemena koje je već zaraženo egzogeno ili endogeno, ili kao posljedica ljudskog faktora. Međutim, iako dođe do pojave bolesti iz navedenih razloga ona se lako zaustavlja - tako što se zaražene biljke zajedno sa blokom mineralne vune uklone (najbolje je spaliti ih).



Slika 8. Postavljanje biljaka na kamenu vunu

(Izvor: www.learn2grow.com)



Slika 9. Postavljanje biljaka na kamenu vunu

(Izvor: www.learn2grow.com)

Pravilnom primjenom hidroponike na mineralnoj vuni proizvodi se kvalitetno povrće koje je sigurno za ishranu ljudi, visokog prinosa, uz maksimalno očuvanje životne sredine, kao i ostvarivanje značajnog profita. Proizvodnjom povrća na mineralnoj vuni dobivaju se lijepe, čvrste i zdrave biljke, upotreba pesticida svedena je na minimum, a ušteda vode i gnojiva je vidljiva, što nije slučaj u tradicionalnom uzgoju povrća (na zemljištu). Također, upotreba radne snage je svedena na minimum za takvu proizvodnju.

4.2. Kokosova vlakna

Od organskih supstrata najčešće su korištena kokosova vlakna. Kokosova palma (*Cocos nucifera*) je voćka koja raste uglavnom u tropskom pojasu i njene plodove nazivamo kokos. Kokosova vlakna nisu jestiva i dobivaju se iz mezokarpa koji sačinjava oko 35% od ukupne mase ploda (slika 10).

Dijelovi kokosova oraha korištene za hidroponski uzgoj su:

- čips od ljuske: 5-8, 8-12 i 12-18 mm (za miješanje s drugim materijalima)

- razlomljena vlakna: I. < 10 mm i II. < 15 mm (dobro kombiniraju svojstva ljuske i vlakana)

- "treset" kokosovih vlakana: 3-6 mm

- dvoslojna mješavina (dva različita sloja i to grublji u donjem i finiji u gornjem; za duži period uzgoja)

Kokosova vlakna se koriste zbog velike količine koje ostaju kao nusprodukt pri dobivanju kokosovog mlijeka, ulja ili drugih prehrambenih proizvoda. Također povoljna su za razvoj korijena i zbog potrebe očuvanja prirodnih nalazišta treseta (ekološka svijest).

Kokosova vlakna najčešće se pune u vreće koje se uvoze potpuno dehidrirane i prešane u blokove koji su lagani za manipulaciju i transport. Prije sadnje potrebno ih je natopiti i ispirati nekoliko dana (voda i kalcijev nitrat) kako bi se biljci omogućili optimalni uvjeti za rast i razvoj korijena. Kokosova vlakna se odlikuju vrlo visokim ukupnom volumnom poroznošću (do 96%) što olakšava izmjenu većeg dijela otopine u vreći. U proizvodnji supstrata za hidroponsku proizvodnju prisutno je i miješanje kokosovih vlakana s različitim materijalima (najčešće razgrađenim organskim otpadom)

U odnosu na druge organske i anorganske supstrate ekonomski i ekološki je prihvatljiv što bi u budućnosti moglo potaknuti još veće širenje supstrata od kokosovih vlakana.



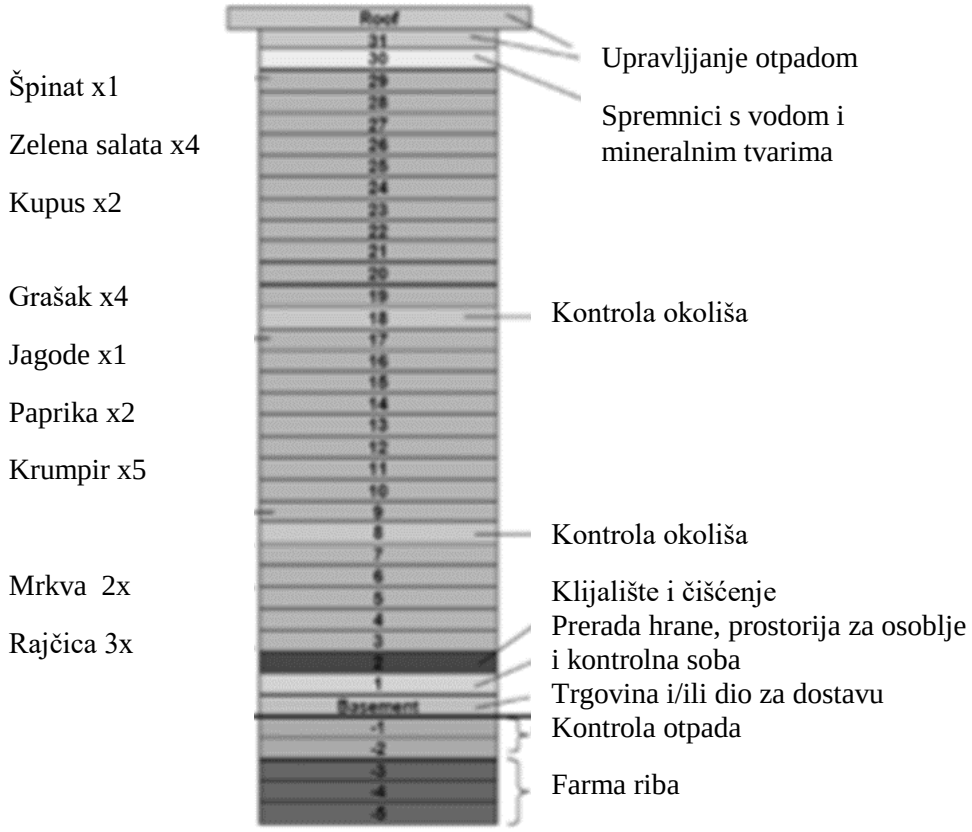
Slika 10. Kokosova vlakna

(Izvor: www.researchgate.net)

5. ODABIR BILJAKA U VERTIKALNOM UZGOJU

Vertikalno vrtlarenje bi trebalo osigurati optimalne uvjete za biljke koje prelaze stadij rasta iz sjemena do nicanja, vegetacije, razmnožavanje i branja plodova. Pošto je to ograničeni zatvoreni sustav, glavni preduvjet je kontrolirana temperatura i relativna vlažnost zraka unutar posuda u kojima rastu. Uz to treba voditi računa i o povišenom CO_2 u zraku koju stimuliramo da bi dobili maksimalni prinos biomase.

Sjeme klije na posebnom katu "za klijanje" dok se ostali stadiji razvoja biljke mogu držati na katovima za uzgoj (slika 11.).



Slika 11. Izgled vertikalne farme koja ima 31 kat i 5 podzemnih ogranaka zgrade

(Izvor: Banerjee, 2014.)

Katovi za uzgajanje biljaka podijeljeni su u osam zona iz kojih se može dobivati plod u različito vrijeme. U spomenutim osam zona sjetva je u vremenskom razmaku od sedam dana

(otprilike) kako bi se olakšalo ubiranje plodova. Što također osigurava stalan dotok proizvoda, a time udovoljavanje uvjetima potražnje, te manje opterećenje u skladištenju proizvoda.

Time se dobiva kontinuirani krug sjetve i berbe proizvoda. Ukupan broj sjetvi i berbi je 215 u 365 dana u kojem se sije i bere ukupno 68 h svake godine. Procijenjen prinos takvog uzgoja vidljiv je u tablici 1.

Tablica 1. Prinos povrća u vertikalnoj farmi u odnosu na konvencionalnu poljoprivredu

Usjevi	Prinos u vertikalnoj farmi, t/ha	Prinos u polju, t/ha
Mrkva	58	30
Rotkvica	23	15
Krumpir	150	28
Rajčica	155	45
Paprika	133	30
Jagoda	69	30
Grašak	9	6
Kupus	67	50
Zelena salata	37	25
Špinat	22	12
Sveukupno	723	241

(Izvor: Banerjee, 2014.)

Zbog kontroliranih uvjeta produktivnost vertikalnog uzgoja dvostruko je veća od tradicionalne poljoprivrede. Nadalje treba uzeti u obzir da su potrebna samo 2,5 ha na kojima je izgrađena farma.

Od kultura koje se mogu uzgajati u vertikalnoj farmi izdvojila bi rajčicu (*Solanum lycopersicum* L.) i krastavac (*Cumcumis sativus* L.).

Rajčica se može uzgajati na više etaža i olakšano je ubiranje plodova. Presadnice se proizvedu u čepovima kamene vune te se u fazi dva prava lista biljke presađuju u kontejnere s

kokosovim vlaknom, a isti se ulaže u ploču čiji je sadržaj vlakno kokosova oraha ili sve u kamenu vunu.

Opskrba hranjivom otopinom odgovarajućeg sastava makro- i mikorelemenata periodički se tijekom dana 12-24 puta osigurava sustavom kapanja pomoću mikroprocesora i pogonskih kompjutora.

Krastavci zbog uspravnog rasta stabljike imaju veću prozračnost biljaka, što rezultira manjim problemima s bolestima i olakšava berbu, a plodovi su čisti, bez čestica tla.

6. ZAKLJUČAK

Analizom strukture današnje stakleničke proizvodnje te hidroponske ili aeroponske tehnologije moglo bi se zaključiti kako daljnja istraživanja i projekte treba razvijati u smjeru sustava vertikalnoga uzgoja povrća i cvijeća. Vertikalni uzgoj jednako kao i hidroponski odnosno aeroponski sustav štedi energente i hraniva, a razlikuje se uštedom proizvodnog prostora. Na taj način vertikalni uzgoj odnosno proizvodnja povrća i cvijeća moguća je i u urbanim gradskim sredinama što omogućuje ponudu svježega voća i povrća (ili ribe) nadomak potrošača. Time su smanjeni troškovi skladištenja odnosno transporta, smanjenje troškova po jedinici površine te povećani dobitak. Takav način vrtlarenja bi omogućio velikim urbanim sredinama da rastu bez uništavanja znatno veće površine šume kako bi mogli osigurati dovoljno hrane. Osim toga, industrija vertikalnog uzgoja će osigurati zaposlenje u tim rastućim urbanim sredinama. To može pomoći u rješavanju nezaposlenosti koje se stvorilo kada su u tradicionalna poljoprivredna gospodarstava strojevi zamijenili rad ljudi.

7. POPIS LITERATURE

Banerjee C. (2014.): Up, Up and Away! Th Economics of Vertical Farming. Journal of Agricultural Studies. 2(1): 40-60.

Cicekli M., Barlas M.T. (2014.): Transformation of Today Greenhouses into High-technology Vertical Farming Systems for Metropolitan Regions. Journal of Environmental Protection and Ecology 15(3), 1066–1073.

Despommier D. (2010.): The Vertical Farm. Feeding the World in the 21st Century. Thomas Dunne Books, New York, 2010.

Evangeliaa A.T., Karagkiozidis P.S. (2012.): Climate change and biofuels. Journal of environmental protection and ecology, 13(2), 781.

Fabian K., Kollenberg M. (2011.): Vertical Farming: Can urban agriculture feed a hungry world? Spiegel Online International. Dostupno na:

http://www.spiegel.de/international/zeitgeist/0,1518,775754,00.html, 28.06.2016; 12:55.

UNPD (2008.): An Overview of Urbanization, Internal Migration, Population Distribution and Development in the World. No. UN/POP/EGM-URB/2008/01, United Nations Population Division, Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations Secretariat.

Ujedinjeni Narodi, UN (2013.): World Population Prospects: The 2012 Revision. Dostupno na: http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm, 28.06.2016.; 12:45.

http://www.agroklub.com/

https://www.researchgate.net/publication/268219517_Uporaba_kokosovog_vlakna_u_hidroponskoj_proizvodnji_

8. SAŽETAK

Vertikalno vrtlarenje je uzgoj biljaka u vertikalnom položaju. Moderna ideja vertikalnog vrta temeljena je na činjenici da se na maloj površini uzgaja veći broj biljaka nego u klasičnom horizontalnom obliku, obzirom na brojnost katova. Trend porasta broja stanovništva zahtijeva i povećanu proizvodnju hrane po jedinici površine, u što se uklapa ideja vertikalnih vrtova. Ovakav vid proizvodnje nalikuje hidroponskom uzgoju povrća i cvijeća i vrlo lako se uklapa u vizuru urbanih gradskih sredina. Proizvodnja je održiva radi zatvorenog ciklusa proizvodnje, iskoristivosti energenata te visokog prinosa po jedinici površine. Sustavi za navodnjavanje korišteni u vertikalnim vrtovima jednaki su kao i kod hidroponskog uzgoja. Prikupljanje i recikliranje drenažne vode, upotreba vode za manje ribnjake ili ukrasne akvarije, robotizirano biranje plodova značajke su ovakve proizvodnje. Prema tome uzgoj u budućnosti moguć je samo uz poznavanje današnje hidroponske tehnologije. Vertikalni vrtovi pružaju lako pristupačnu hranu u urbanim sredinama sa smanjenim troškovima skladištenja, transporta i općenito troškova proizvodnje.

Ključne riječi: vertikalni vrt, tehnologija proizvodnje, navodnjavanje, supstrati

9. SUMMARY

Vertical gardening is a plant production system where the plants rows are set up in vertical position. One of the main advantages in compare to conventional plant production is the reduction of garden space. Also the larger yield in a compact space which of great importance for urban areas as well as the increasing population trend. This production is very similar to hydroponic or areoponic. Sustainable production is based upon the recycling of raw materials, water as well as low-cost production. Vertical gardening is especially significant for urban areas. It provides large amount of fresh vegetables, fruits and fish near the end users. Furthermore, vertical gardening reduces cost of transport, storage and overall the cost of production.

Key words: vertical garden, production technology, irrigation, substrate

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Vertikalni vrt s ukrasnim biljem

Slika 2. Futuristički prikaz vertikalnog sustava uzgoja u urbanoj sredini

Slika 3. Samoodrživost vertikalnog sustava

Slika 4. Vizija gradskoga parka u vidu vertikalnog vrta

Slika 5. Navodnjavanje kap po kap u vertikalnom uzgoju

Slika 6. Aquaponic i ribnjak kao zatvoreni ciklus proizvodnje

Slika 7. Aeroponski uzgoj biljaka

Slika 8. Postavljanje biljaka na kamenu vunu

Slika 9. Postavljanje biljaka na kamenu vunu

Slika 10. Kokosova vlakna

Slika 9. Izgled vertikalne farme koja ima 31 kat i ima 5 podzemnih ogranaka zgrade

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Prinos povrća u vertikalnoj farmi u odnosu na konvencionalnu poljoprivredu

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

SUSTAVI ZA NAVODNJAVANJE U VERTIKALNOM UZGOJU POVRĆA I CVIJEĆA

IRRIGATION SYSTEMS IN VERTICAL GARDENING OF VEGETABLES AND FLOWERS

Nikolina Burger

Sažetak

Vertikalno vrtlarenje je uzgoj biljaka u vertikalnom položaju. Moderna ideja vertikalnog vrta temeljena je na činjenici da se na maloj površini uzgaja veći broj biljaka nego u klasičnom horizontalnom obliku, obzirom na brojnost katova. Trend porasta broja stanovništva zahtijeva i povećanu proizvodnju hrane po jedinici površine, u što se uklapa ideja vertikalnih vrtova. Ovakav vid proizvodnje nalikuje hidroponskom uzgoju povrća i cvijeća i vrlo lako se uklapa u vizuru urbanih gradskih sredina. Proizvodnja je održiva radi zatvorenog ciklusa proizvodnje, iskoristivosti energenata te visokog prinosa po jedinici površine. Sustavi za navodnjavanje korišteni u vertikalnim vrtovima jednaki su kao i kod hidroponskog uzgoja. Prikupljanje i recikliranje drenažne vode, upotreba vode za manje ribnjake ili ukrasne akvarije, robotizirano biranje plodova značajke su ovakve proizvodnje. Prema tome uzgoj u budućnosti moguć je samo uz poznavanje današnje hidroponske tehnologije. Vertikalni vrtovi pružaju lako pristupačnu hranu u urbanim sredinama sa smanjenim troškovima skladištenja, transporta i općenito troškova proizvodnje.

Ključne riječi: vertikalni vrt, tehnologija proizvodnje, navodnjavanje, supstrati

Summary

Vertical gardening is a plant production system where the plants rows are set up in vertical position. One of the main advantages in compare to conventional plant production is the reduction of garden space. Also the larger yield in a compact space which of great importance for urban areas as well as the increasing population trend. This production is very similar to hydroponic or areoponic. Sustainable production is based upon the recycling of raw materials, water as well as low-cost production. Vertical gardening is especially significant for urban areas. It provides large amount of fresh vegetables, fruits and fish near the end users. Furthermore, vertical gardening reduces cost of transport, storage and overall the cost of production.

Key words: vertical garden, production technology, irrigation, substrate