



AQUAVET

INTRODUCING AQUAPONIC IN VET:
TOOLS, TEACHING UNITS AND TEACHER TRAINING

Rezultat 2:

Opis

akvaponičnega sistema

KAZALO

1	Opis rezultata	3
2	Kaj je akvaponika?	4
3	Splošno o akvaponičnem sistemu	5
3.1	Uporaba plavajočih rastlinskih čistilnih naprav v akvaponiki.....	8
4	Ključni dejavniki akvaponičnega sistema	10
5	Sistemi za pridelavo rastlin	12
	<i>Plavajoči sistem / raft sistem / “deep water flow (DWF)” metoda</i>	<i>13</i>
	<i>Tehnika hranilnega filtra (NFT sistemi).....</i>	<i>14</i>
	<i>Aeroponika</i>	<i>14</i>
	<i>Sistem z vrečami</i>	<i>15</i>
	<i>Poplavni sistem (“ebb and flow”)</i>	<i>16</i>
	<i>Drugi načini gojenja brez uporabe prsti in z različnimi substrati.....</i>	<i>16</i>
6	Potencialne vrste rib in rastlin	18
7	Literatura in viri	20
8	Priloga	22

1 Opis rezultata

Rezultat 2 vsebuje predstavitev akvaponike, različne načine izgradnje in upravljanja akvaponike ter dejavnike, ki so pri tem pomembni.

Po kratki definiciji akvaponike poglavje 3 opisuje najpogostejše elemente akvaponičnega sistema in predstavi možne postavitve. Prikazana sta dva različna delovanja sistema: eden z integrirano uporabo blata in drugi z ločevanjem blata. Nadalje je prikazan poskusni sistem, zgrajen v Sloveniji, in uporaba plavajočih rastlinskih čistilnih sistemov, s katerimi se zaključijo poglavje 3.

Poglavje 4 je sestavljeno iz preglednice z naštetimi ključnimi dejavniki akvaponičnega sistema. Te dejavnike redno uporabljamo za oceno delovanja in zdravja sistema. Za vsakega od dejavnikov je dodan kratek opis.

Ne samo, da lahko akvaponični sistem zasnujemo na različne načine, različno lahko zastavimo tudi način pridelave rastlin. Poglavje 5 obravnava tri različne načine pridelave rastlin, medtem ko slika 6 prikazuje vse možne načine pridelave brez uporabe prsti. Nadalje so razložene prednosti in slabosti pridelave brez prsti, sledi razlaga nekaterih načinov pridelave, predstavljenih na sliki 6.

Zadnje poglavje obravnava potencialne vrste rib in rastlin, ki jih lahko gojimo v akvaponiki. Za vsako od obravnavanih vrst rib so navedene njene prednosti in slabosti. Seznam rastlin je pripravljen na osnovi različnih raziskav in poskusov na akvaponiki.

Priloga vključuje članek, pripravljen za namene razširjanja informacij v okviru projekta AQUA-VET, na temo uporabe akvaponike kot izobraževalnega orodja v poklicnem in strokovnem izobraževanju.

2 Kaj je akvaponika?

Akvaponika je polikultura, sestavljena iz akvakulture (ribogojnice) in hidroponike (rastline, gojene v krožnem sistemu vode, ki prihaja iz bazena z ribami). Glavni cilj akvaponike je ponovna uporaba hranil iz ribje hrane in iztrebkov za pridelavo rastlin (Graber in Junge 2009: 148-149, Rakocy in sod. 2003: 63, Lennard in Leonard 2006: 539-540). Akvaponika sodi med čiste tehnologije pridelave: uporablja odpadno vodo in blato iz ribogojnice v integriranem sistemu pridelave zelenjave/sadja in izrablja ostanke hranil. Hranila iz izločkov rib lahko rastline uporabijo neposredno ali po predhodni bakterijski pretvorbi amonijaka v nitrit in nitrat (Rakocy 2012: 343). Ribja hrana zagotavlja neprestano zalogo hranil za rastline brez odpadne vode in brez menjave izrabljenih hranilnih raztopin ali njihovega uravnavanja, kot je to običajno pri hidroponiki. Potencial za donos sistema se povečuje, ne da bi bilo potrebno kupovati dodatna gnojila za rastline (Rakocy 2006: 2). Možne prednosti akvaponike so naslednje (Diver 2006: 4; The Aquaponics Doctors 2012):

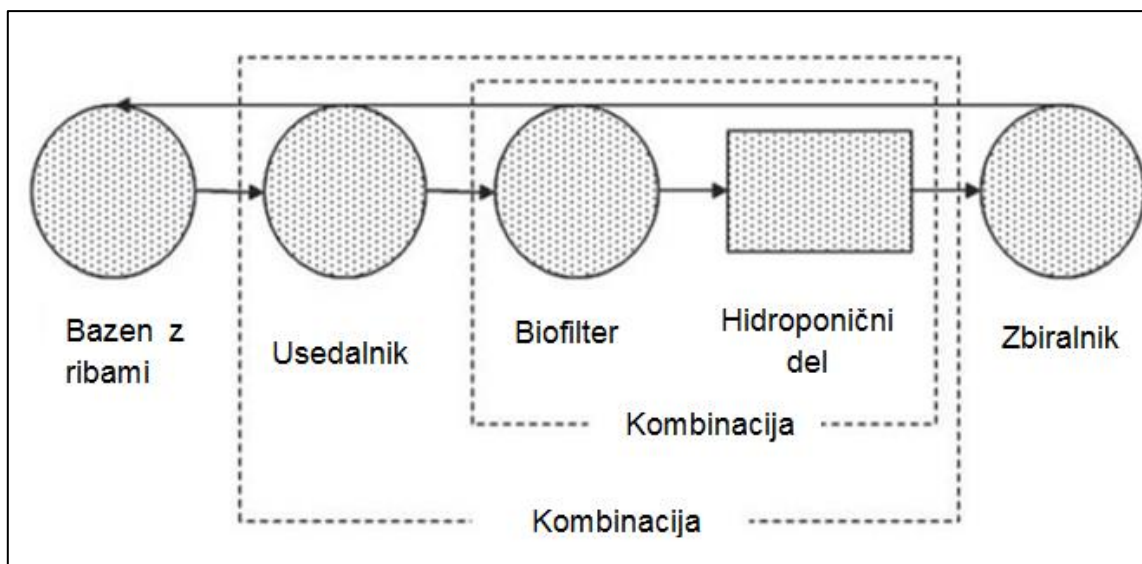
- ohranitev vodnih virov in hranil za rastline,
- učinkovita izraba enega vira hranil (ribje hrane),
- ni uporabe kemičnih herbicidov ali pesticidov,
- manjši stroški delovanja (v primerjavi z akvakulturo ali hidroponiko).

Poleg tega sistem akvaponike potrebuje manjši nadzor kakovosti kot individualni hidroponični ali krožni akvakulturni sistem in zavzame manj prostora kot ribniki in vrtovi (Rakocy 2006: 2). Akvaponika naj bi zato postala metoda prihodnosti za proizvodnjo lokalno pridelane hrane, npr. v urbanem okolju z manjšimi proizvodnimi enotami, oblikovanimi za domove in restavracije. Akvaponika lahko deluje kjerkoli in v različnih podnebnih razmerah, s čemer povečuje učinkovitost izrabe razpoložljivega prostora (Karlsdottir in sod. 2012: 3).

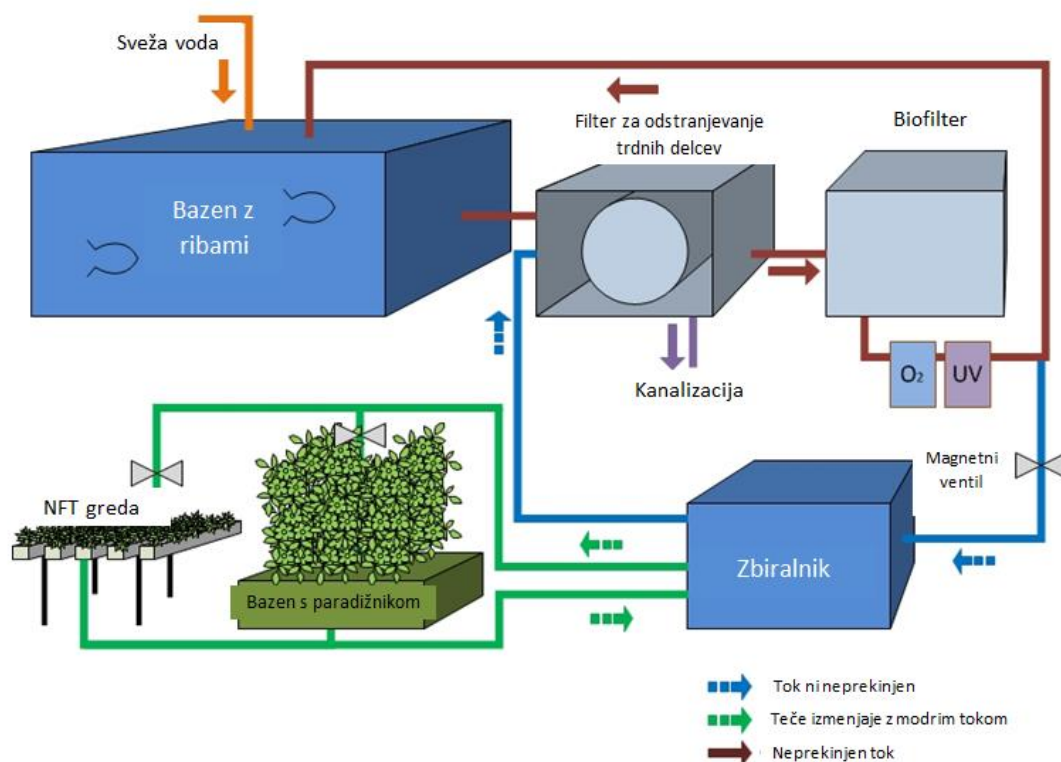
3 Splošno o akvaponičnem sistemu

Veliko je načinov dejanske izgradnje akvaponičnega sistema. V končni fazi naj bi ta ustrezala ciljem pridelave, ki smo si jih zadali. V R3 bomo bolj podrobno razložili delovanje sistema, ki smo ga zgradili. To poglavje je namenjeno obravnavi sestavnih delov, ki jih najdemo v vsakem akvaponičnem sistemu.

Akvaponiko lahko obravnavamo kot posebno obliko krožnega akvakulturnega sistema (RAS). Ker akvaponika združuje gojenje rib s hidroponično pridelavo rastlin, en del sistema predstavlja bazen z ribami. Ribe hranimo z ribjo hrano, te pa preko svojega metabolizma izločajo iztrebke in amonijak v vodo. Ostanke hrane v vodi so prav tako dodatni vir hranil. Vendar pa so visoke vrednosti amonijaka v vodi strupene za ribe. Zato je iztok iz bazena z ribami speljan preko filtra, kjer se odstranijo suspendirane snovi. S tem zmanjšamo količino organskih snovi in preprečimo mašenje cevi ter nabiranje snovi na rastlinskih koreninah. Nitrifikacijske bakterije pretvorijo amonijak v nitrit in nato dalje v nitrat, ki je relativno neškodljiv za ribe in je najugodnejša oblika dušika za rast rastlin, kot je zelenjava (Rakocy 2006: 1). Ta proces se bodisi dogaja neposredno v hidroponični enoti ali pa poteka v posebnem biofiltru. Oba zagotavljata površino za rast biofilma (npr. gramoz, pesek, ekspanzirana glina, nosilci za biofilter). Raztopljena hranila (kot je nitrat) privzamejo rastline. Na koncu "očiščena" voda teče v zbiralnik, od koder je speljana nazaj v bazen z ribami (Rakocy 2012: 345-346; Graber in Junge 2009: 147-149; Diver 2006: 3). Na sliki 1 je prikazana shema sistema. Slika 2 bolj podrobno prikazuje možno ureditev akvaponičnega sistema.



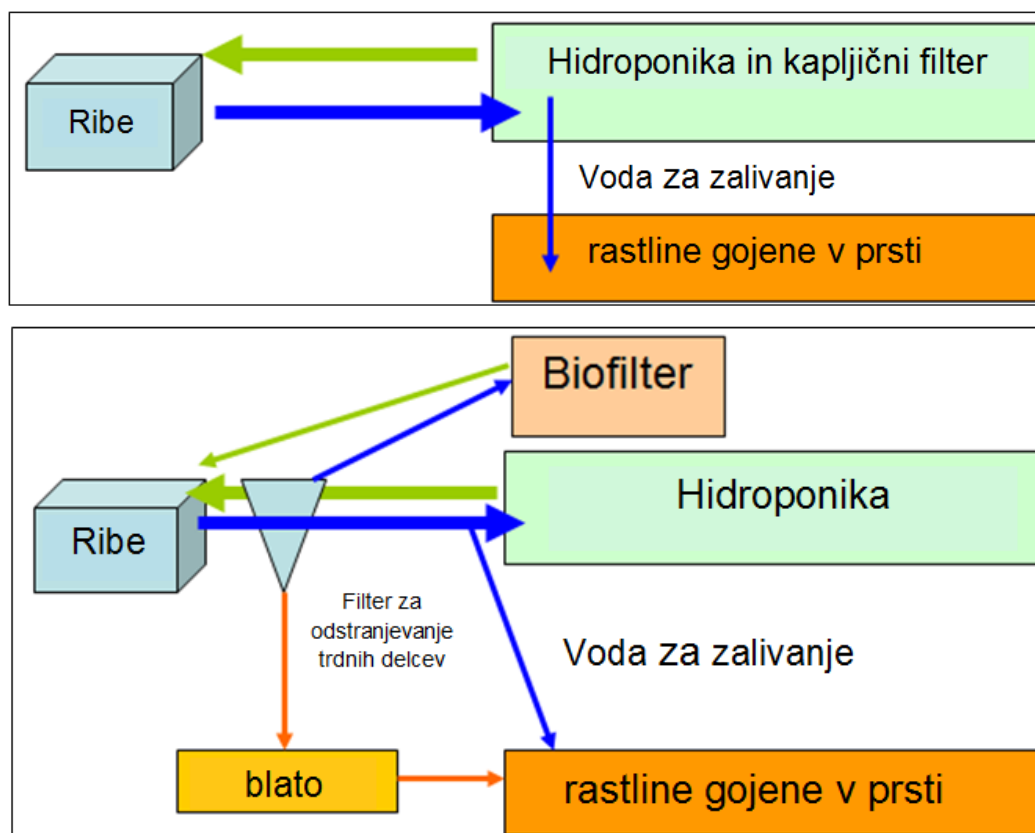
Slika 1: Sestavni deli akvaponičnega sistema (Rakocy 2012: 346).



Slika 2: Možna ureditev akvaponičnega sistema.

Iz bazena z ribami voda teče v filter za odstranjevanje trdnih delcev, kjer poteka filtracija in odstranitev suspendiranih snovi. Nitrifikacija poteka v biofiltru; v tej fazi lahko v sistem dovajamo tudi kisik ali vključimo UV svetilko. Med bazenom z ribami in obema filtroma stalno kroži voda. Ta se nato steka v zbiralnik in od tam naprej na rastlinske grede. Voda se nato vrača nazaj preko zbiralnika in filtra za odstranjevanje trdnih delcev v bazen z ribami in tako ponovno vstopa v krogotok, ki povezuje bazen z ribami in filtre.

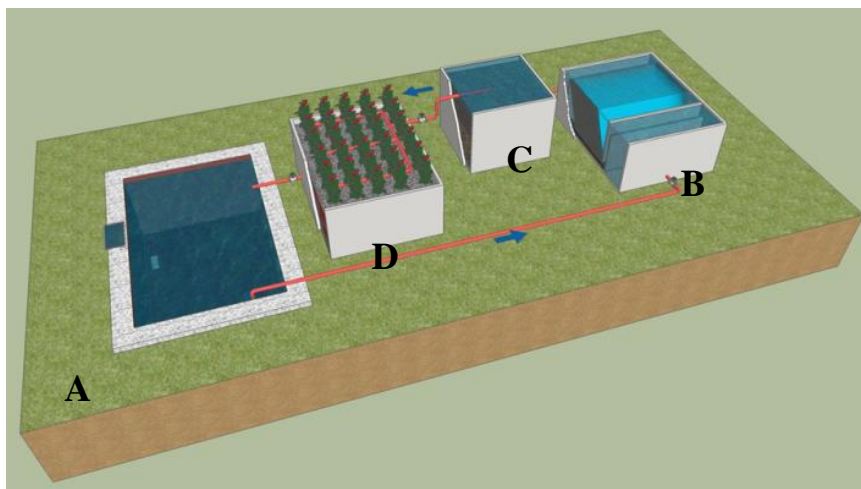
Razlike, omenjene zgoraj, lahko opazimo tudi pri načinu delovanja sistema; ta lahko deluje z integrirano uporabo blata ali pa z ločevanjem blata (Slika 3).



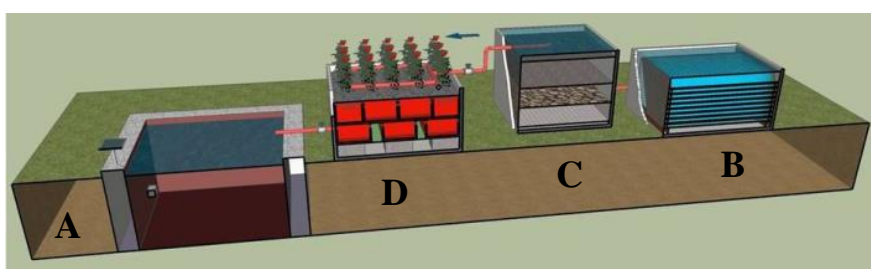
Slika 2: Zgoraj: Akvaponični sistem z integrirano uporabo blata. Spodaj: Akvaponični sistem z ločevanjem blata (Graber 2014).

Vsak način ima svoje prednosti in slabosti. Sistem z integrirano uporabo blata omogoča ekstenzivno rejo rib z gostoto rib do 10 kg/m^3 in popolno kroženje hranil. Slabosti tega načina so motna voda in zmanjšano delovanje biofiltra. Ločevanje blata po drugi strani dovoljuje intenzivno rejo in gostoto rib do 50 kg/m^3 . Prednosti tega načina so boljše kakovost vode, manjša kemijska potreba po kisiku (KPK), manjši vnos mikroorganizmov in optimizirano delovanje biofiltra. Slabost je le delna ponovna uporaba hranil in potreba po dodatnem koraku obdelave blata (na istem mestu ali drugje), kot je vermikompostiranje (kompostiranje z uporabo deževnikov) (Graber 2014).

Primer testnega akvaponičnega sistema lahko najdemo znotraj AQUA-VET projekta. Poskus so izvedli Griessler Bulc in sod. (2012) v Sloveniji. Njihov namen je bil zmanjšati onesnaževanje vode v mali ribogojnici krapov s preusmeritvijo krogotoka vode v akvaponični sistem. Sistem z zaprtim tokom vode je sestavljal čistilni del, zgrajen iz lamelnega usedalnika, peščenega filtra in vertikalne rastlinske čistilne naprave, zasajene s paradižnikom, in ultrazvočna naprava (Griessler Bulc in sod. 2012: 1-2). Zastavljena hipoteza je bila, da lahko sistem s temi deli “[...] zadrži suspendirane snovi in raztopljeni hranila ter preprečuje rast alg [...]”. Sliki 4a in 4b prikazujeta postavitev (4a) in prečni prerez (4b) različnih delov poskusnega sistema.



Slika 3a: Postavitev poskusnega akvaponičnega sistema v Sloveniji (Griessler Bulc in sod. 2013).



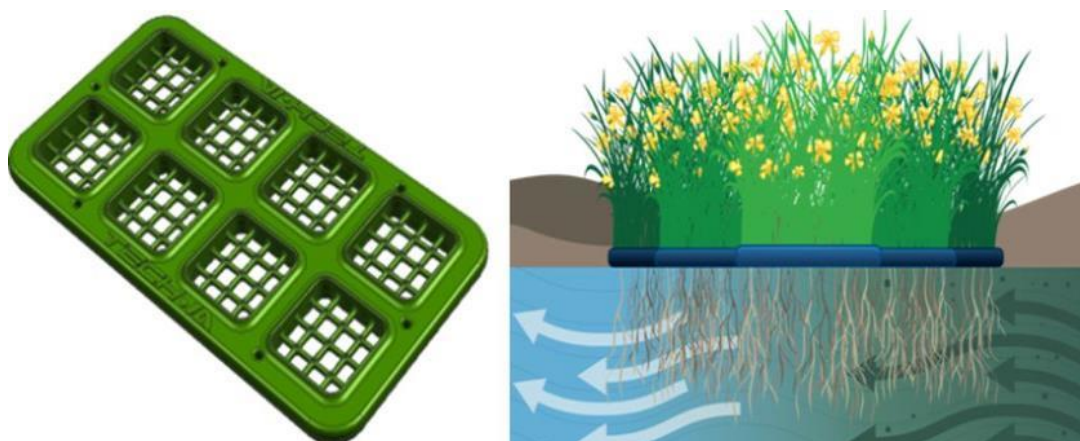
Slika 4b: Prečni prerez poskusnega akvaponičnega sistema v Sloveniji (Griessler Bulc in sod. 2013).

Iz bazena z ribami (A) je voda tekla skozi lamelni usedalnik (B) do peščenega filtra (C) v vertikalno rastlinsko čistilno napravo, zasajeno s paradižniki (D), od koder se je vračala v bazen z ribami. V eksperimentalnem bazenu z ribami sta bili postavljeni tudi prezračevalna enota in ultrazvočna naprava. Poleg eksperimentalnega bazena z ribami je bil postavljen referenčni bazen, ki ni bil del krožnega sistema. Raziskovalci so spremljali ključne dejavnike v bazenih (glej tudi poglavje 4) za oceno učinkovitosti delovanja sistema. Rezultati so pokazali, da je sistem učinkovito odstranil skupne suspendirane snovi, biokemijsko potrebo po kisiku, amonij in skupni fosfor, medtem ko ni bil učinkovit pri odstranitvi nitrata in nitrita. Avtorji raziskave so zaključili, da lahko akvaponika pomaga akvakulturi, da zmanjša velike potrebe po vodi in uporabi kemikalij. Več podatkov o raziskavi z uporabo ultrazvoka pri preprečevanju rasti alg lahko najdete v članku Krivograd Klemenčič in Griessler Bulc (2010).

3.1 Uporaba plavajočih rastlinskih čistilnih naprav v akvaponiki

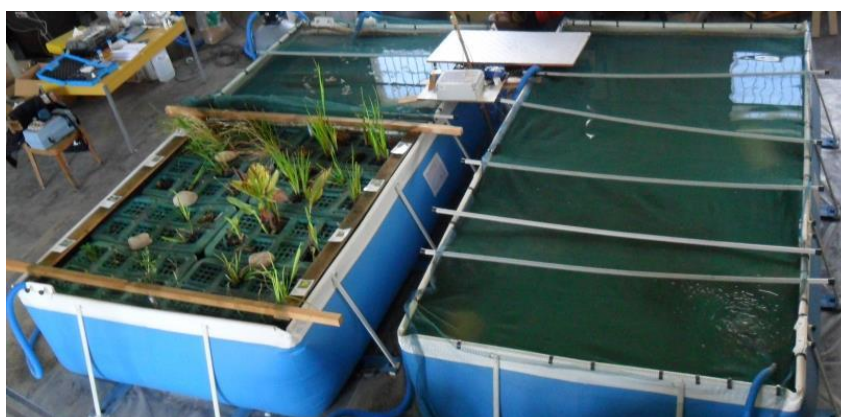
Druga možnost za zmanjšanje onesnaževanja vode je uporaba plavajočih rastlinskih čistilnih naprav (FTW), kot so pokazali De Stefani in sod. (2011) ter Mietto in sod. (2013). Plavajočo fitoremediacijo

lahko zgradimo z uporabo Tech-IA[®] plavajočih sistemov, ki služijo kot podpora za rastline. Prototip Tech-IA[®], ki so ga oblikovali in izdelali na Univerzi v Padovi v sodelovanju s podjetjem P.A.N. d.o.o., je pravokotne oblike (90x50 cm) in tehta okoli 2 kg (Slika 5). Sistem je narejen iz etilen vinil acetata (EVA) – materiala, ki ga je mogoče reciklirati. Ta material je visoko odporen na mehanske sile in je izjemno neobčutljiv na spremembe kemijskih, bioloških in klimatskih dejavnikov ter lahko prenese težo do 20 kg. Vsak element v strukturi sistema ima osem odprtih, ki omogočajo rast rastlin, in šest lukenj, ki omogočajo pritrditev sistema na druge elemente ali na brežine vodnih teles.



Slika 4: Tech-IA[®] plavajoči sistem in njegova uporaba (P.A.N. 2014).

Plavajoči sistem omogoča rast različnih vrst makrofitov na površini vodnih teles. Rastline privzemajo raztopljena hranila, njihov koreninski sistem pa podpira združbo mikroorganizmov, ki živi v simbiozi z rastlinami (De Stefani in sod. 2011: 158). V primeru akvaponike lahko FTW sisteme uporabimo tudi za senčenje bazenov z ribami. V predhodnih poskusih pri gojenju krapov v Italiji so poročali o boljši kvaliteti vode in višji prirasti krapov v bazenih, kjer so uporabili Tech-IA[®] (Slika 6).



Slika 5: Notranja pilotna naprava za gojenje krapov z Tech-IA[®] sistemom (levo) in brez njega (desno) (Florio in sod. 2014).

4 Ključni dejavniki akvaponičnega sistema

V preglednici 1 so naštetih ključni dejavniki in njihov pomen, ki jih moramo redno spremljati v akvaponičnem sistemu.

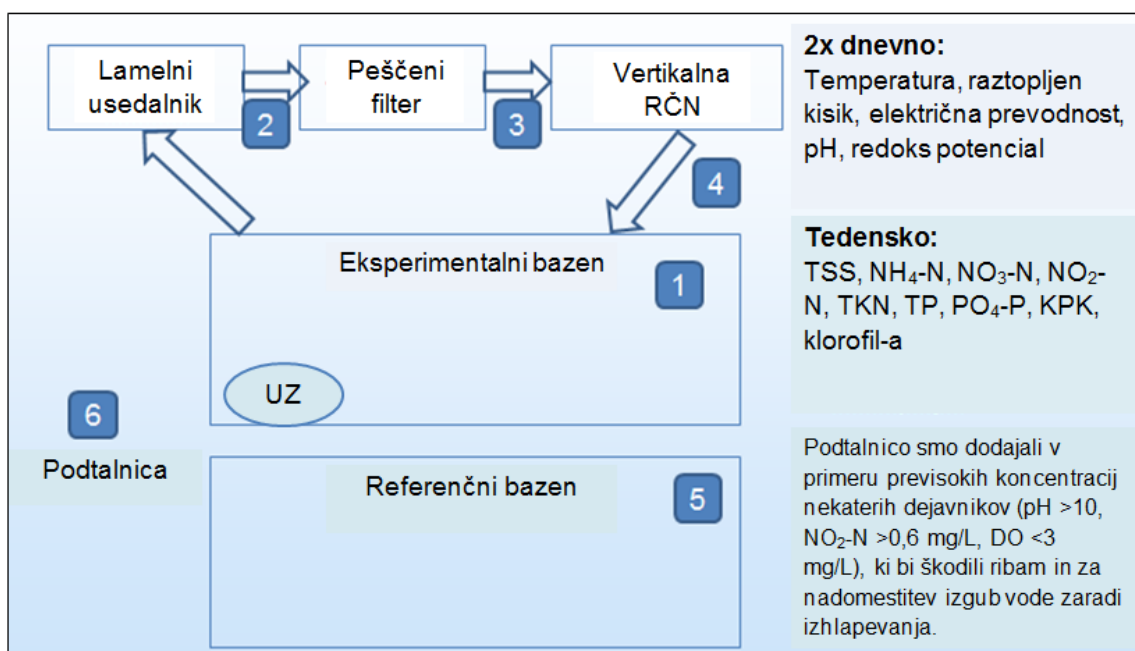
Preglednica 1: Ključni dejavniki akvaponičnega sistema.

Dejavnik	Pojasnilo
Poraba ribje hrane	Vnos hranil za ribe in rastline
Nivo vode	Zagotavlja pravilno delovanje črpalk
Menjava vode	Nadomestitev izgub vode zaradi izhlapevanja in škropljenja
Temperatura zraka	Vpliva na temperaturo vode in na rast rastlin
pH	Ribe in rastline imajo določene zahteve, pomemben je za njihovo preživetje
Temperatura vode v bazenu	Pomembna za preživetje rib
Električna prevodnost	Kaže na skupno koncentracijo ionov oz. na slanost
Raztopljen kisik (DO)	Pomemben za preživetje rib
Amonij (NH ₄)	Tako se prepričamo, da biofilter deluje
Nitrit (NO ₂)	Tako se prepričamo, da biofilter deluje
Nitrat (NO ₃)	Mera za privzem hranil
Fosfat (PO ₄)	Mera za privzem hranil
Kalij (K)	Potreben za rast rastlin (včasih ga primanjkuje)
Dodajanje kalcijevega hidroksida	Za vzdrževanje pH okoli 7,0, zagotavlja kalcij za rastline
Dodajanje kalijevega hidroksida	Za vzdrževanje pH okoli 7,0, zagotavlja kalij za rastline
Svetloba pri bazenih z ribami	Bolje je malo ali nič svetlobe, da preprečimo rast neželenih alg, ki lahko, med drugim, povzročajo slab okus pri ribah. Alternativa: bazeni pokriti z zasajenimi plavajočimi elementi.
Svetloba za rastline	Potrebujejo čim več svetlobe
Zdravje rib	
Zdravje rastlin	

Pridobivanje biomase (ribe in rastline)	
---	--

(Povzeto po Graber in Junge 2009: 149-154; Lennard in Leonard 2006: 543; Rakocy 2012: 352; Palm in sod. 2014: 21; De Stefani in sod. 2011: 158; Rakocy 2006: 2-11)

V poglavju 3 je bil predstavljen slovenski poskusni sistem z zasnovo monitoringa avtorjev Griessler Bulc in sod. (2013) (Slika 7). Dejavnike so merili dvakrat dnevno in tedensko na 6 vzorčnih mestih (prikazana v modrem).

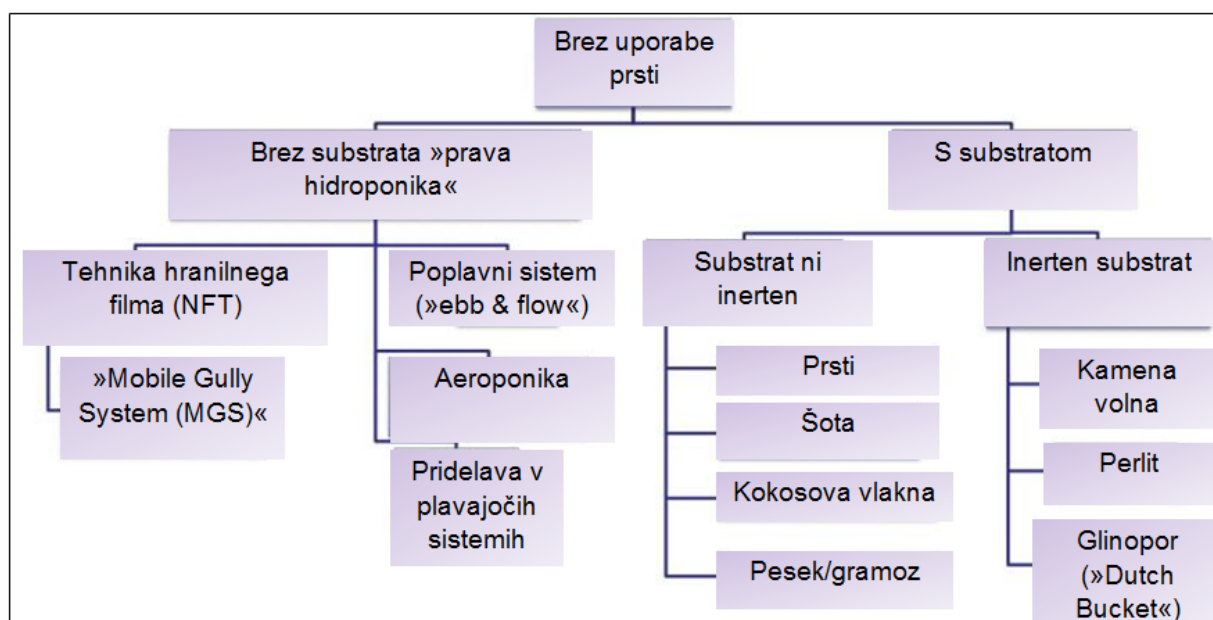


Slika 6: Koncept monitoringa za poskusni akvaponični sistem v Sloveniji (Griessler-Bulc in sod. 2013).

5 Sistemi za pridelavo rastlin

Rakocy (2012: 373) razlikuje med tremi načini zasaditve rastlin: stopenjske zasaditve, serijske zasaditve in mešane zasaditve. Pri stopenjski zasaditvi hkrati gojimo rastline v različnih razvojnih stopnjah. Tako pridelek redno žanjemo, prav tako so hranila in voda nenehno v uporabi. Serijska zasaditev pomeni, da celoten pridelek požanjemo istočasno, ta pa se nato v določenem času v celoti obnovi (Rakocy 2012: 373; Rakocy in sod. 2003: 65). Pri mešani zasaditvi gojimo dve ali več različnih vrst rastlin hkrati. Zaradi različne hitrosti rasti in razvoja sadežev, se privzem hranil in žetev pridelka razporedita v času.

Druga možnost je, da razlikujemo med različnimi načini pridelave rastlin brez uporabe prsti. Pregled le-teh je prikazan na sliki 8.



Slika 7: Različni načini pridelave rastlin brez uporabe prsti (Junge 2014, Baumann os. komunikacija.)

Mathis (2014: 15-16) povzema prednosti in slabosti pridelave rastlin brez uporabe prsti. Prednosti so naslednje:

“ohranitev vode in hranil → manjše onesnaževanje kopenskega in vodotokov s kemikalijami; pridelke lahko gojimo na območjih, kjer ni primerne prsti ali kjer je ta onesnažena in morda okužena z boleznimi rastlin; manj dela z oranjem, gojenjem, zaplinjevanjem, zalivanjem in drugimi običajnimi praksami; možen je visok donos pridelka, kar pomeni ekonomsko upravičenost sistema tudi na območjih, kjer je zemlja gosto poseljena in draga; v zaprtih sistemih ni prisotnih bolezni, ki izvirajo iz prsti, krožni sistemi pa zmanjšajo količino odpadne vode.»

Na drugi strani pa imamo tudi slabosti:

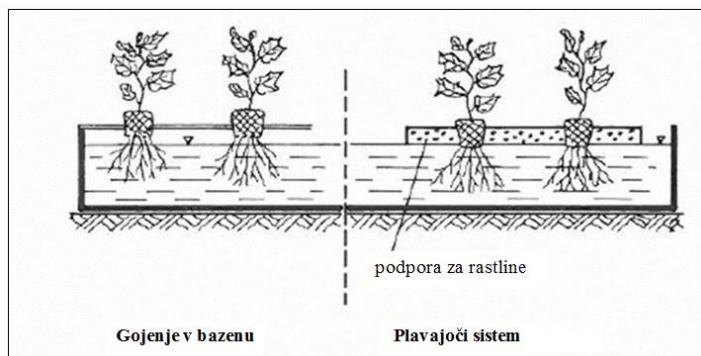
»stroški izgradnje na površino so precej visoki; potrebujemo dobro izobražen kader; visoke zahteve po znanju iz rastlinskih hranil in rasti; bolezni, ki izvirajo iz prsti, in nematodi se lahko v zaprtem sistemu hitro razširijo po vseh rastlinskih gredah, ki jih oskrbuje en bazen hranil; sorte rastlin, ki so prilagojene na nadzorovane rastne pogoje, zahtevajo raziskave in razvoj; odziv rastlin na dobra ali slaba hranila je hiter; skrbnik mora opazovati rastline vsak dan.«

Lennard in Leonard (2006) sta primerjala tri sisteme pridelave brez uporabe prsti, ki se uporabljajo najpogosteje – grede, napolnjene z gramozom, plavajoči sistemi in tehnika hranilnega filma (NFT sistemi) - v akvaponičnih sistemih s trskami (*Maccullochella peelii peelii*) in zeleno solato (*Lactuca sativa*). Avtorji navajajo, da ima vsak od sistemov določene prednosti. Pesek oziroma gramoz lahko filtrirata trdne snovi in istočasno predstavljata tudi podlago za rast nitrifikacijskih bakterij, kar pomeni, da ni potrebe po posebnem biofiltru. NFT sistem ima prednost, da je poceni in enostavna za izgradnjo, prav tako tehta manj kot preostala dva sistema (Lennard in Leonard 2006: 540). Cilj raziskave je bil ugotoviti, ali je kateri od teh sistemov uspešnejši pri privzemu hranil, kar vodi do manjše porabe vode in posledično do boljše rasti rastlin in rib. NFT sistem naj bi bil manj učinkovit pri odstranitvi dušika kot grede, napolnjene z gramozom, in plavajoči sistemi, medtem ko na rast rib to ni imelo vpliva. Avtorji so zaključili, da je NFT sistem še vedno primerna izbira za akvaponični sistem, ker imamo s tem načinom nižje začetne stroške in je, kot že omenjeno zgoraj, enostavna za izgradnjo in uporabo. Pri načrtovanju akvaponike pa moramo upoštevati, da je pri NFT sistemu privzem hranil slabši kot pri ostalih dveh sistemih.

Mathis (2014: 19-29) obravnava pregled različnih hidroponičnih in akvaponičnih sistemov pridelave ter njihovih prednosti in slabosti. Nekateri od teh so bili testirani na Zurich University of Applied Sciences (ZHAW, P0) v Wädenswilu.

Plavajoči sistem / raft sistem / “deep water flow (DWF)” metoda

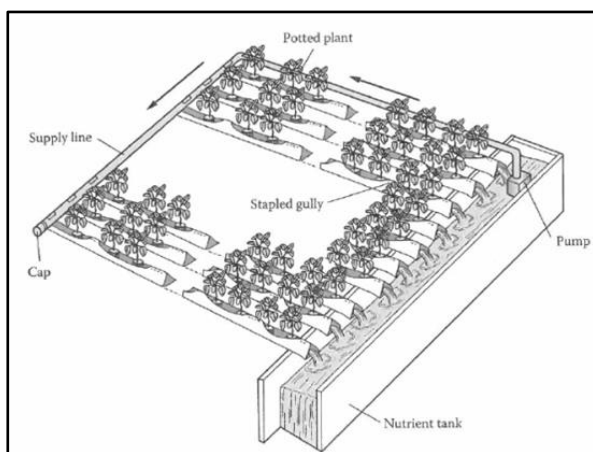
Plavajoči sistem (raft) se pogosto uporablja v hidroponiki in akvaponiki. Njegova prednost pred ostalimi metodami je enostavna izgradnja sistema in hidroponična enota. Sistem ima tudi odlično pufersko sposobnost pri zadrževanju vode in hranil ter nima veliko tveganj za pridelavi rastlin. Po drugi strani pa je potrebno v tak sistem dodajati kisik, če je kroženje vode prepočasno. Zaradi nabiranja organske snovi lahko prihaja do zamašitev. Dodatno se lahko razvijejo alge, če vodna površina ni povsem pokrita. Prav tako črpalke delujejo večino časa, kar pomeni hitrejšo iztrošenost. Tudi ostala oprema je draga (Mathis 2014: 19-20).



Slika 8: Plavajoči sistemi zasajeni s kitajskim zeljem (pak choi) (Vir: <http://theolleys.wordpress.com>).

Tehnika hranilnega filtra (NFT sistemi)

Tehnika hranilnega filtra (NFT sistemi) je zelo primeren za uporabo v akvaponiki. Izgradnja NFT sistemov je poceni in so zato dobra ekonomska naložba. Obstaja nekaj tveganj, povezanih z uporabo NFT sistemov, npr. mašenje žlebov, ki je odvisno od premera cevi za namakanje in konstrukcije žlebov, kar lahko povzroči okvaro namakalnega sistema. Naklon NFT sistema je minimalno 2%, pretok vode pa naj bi bil okoli 2 L/min/na posamezen žleb (Mathis 2014: 21-22).



Slika 8: NFT žlebovi in bazen s hranili (Vir: Resh 2013).

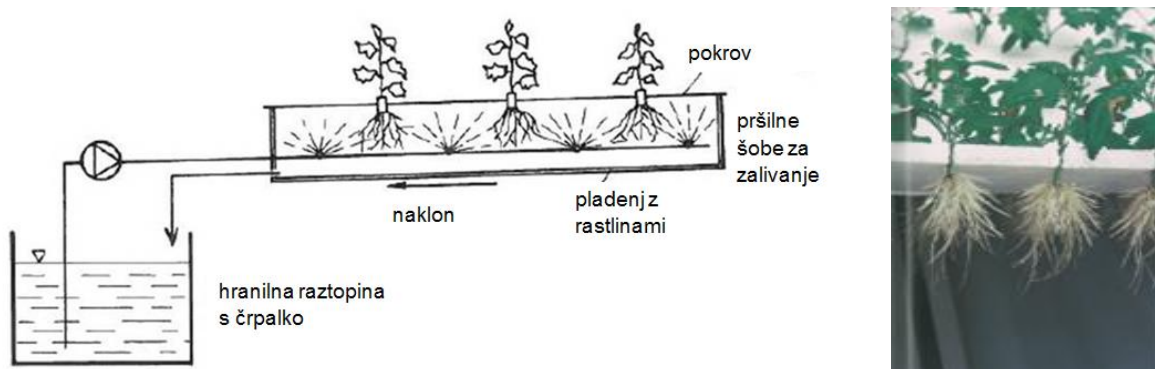


Slika 9: NFT sistem (Vir: ZHAW).

Aeraponika

Aeraponika je primerna za uporabo v akvaponiki do določene mere. Pri tej metodi obstaja tveganje, da sistem zalivanja preneha delovati, kar vpliva na pridelavo rastlin. Poleg tega obstaja tudi tveganje

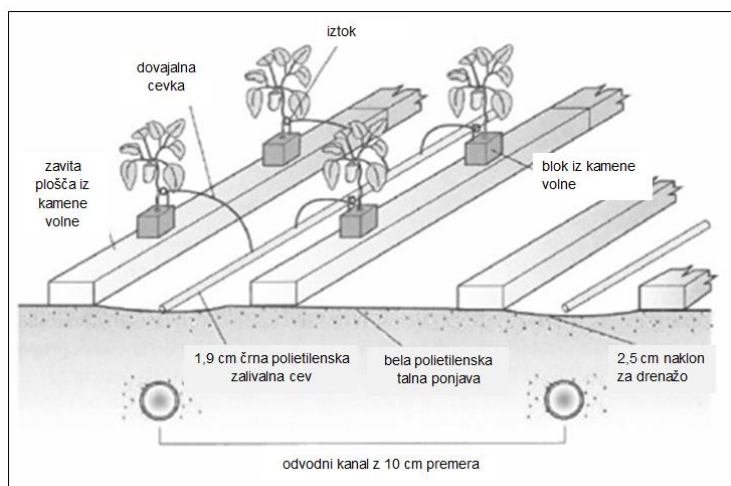
zamašitve sistema, odvisno od premera namakalnih cevi in časa delovanja. Oprema za aeroponiko je draga, vendar pa pri tej metodi skorajda nimamo odpadkov (Mathis 2014: 23-24).



Slika 11: Aeroponični sistem (Vir: Göhler in Molitor 2002).

Sistem z vrečami

Kot pri aeroponiki, je tudi sistem z vrečami le do določene mere primeren za uporabo v akvaponiki. Ker je hidroponična enota za gojenje že razvita, ni velikih tveganj za pridelavo. Če filtri ne delujejo dovolj učinkovito, lahko prihaja do zamašitev. Struktura polnila zagotavlja zadostno drenažo in stalen tok vode, v kolikor v sistemu poteka zadostna menjava vode. Oprema je draga, saj je zalivanje računalniško vodeno (Mathis 2014: 25-26).



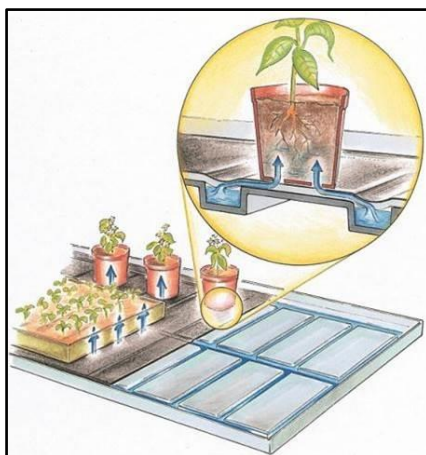
Slika 12: Zasaditev v kameni volni (vir: Resh 2013).



Slika 13: Zasaditev v kameni volni ali kokosovih vlaknih (Vir: ZHAW).

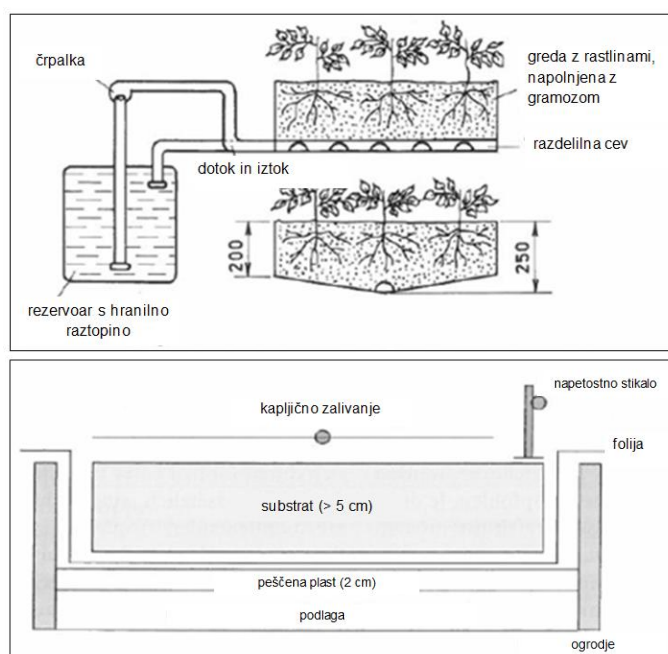
Poplavni sistem ("ebb and flow")

Poplavni sistemi so še ena možnost uporabe v akvaponiki. Ker rastlinski lonci zadržujejo hranila in vodo, je tveganje za pridelavo rastlin manjše. Prav tako v takem sistemu ni velikega tveganja za zamašitev, saj je izmenjava vode zmanjšana. V primeru zalivanja z uporabo ventilov in miz, se strošek investicije poveča (Mathis 2014: 27-28).



Slika 14: Poplavni sistem (Vir: www.kriegergmbh.de/Gewaechshauszubehoer/Bewaesserungswanne-1).

Drugi načini gojenja brez uporabe prsti in z različnimi substrati



Slika 16: Sistem z gredami, napolnjenimi z gramozom (Vir: Göhler in Molitor 2002).



Slika 17: Gojenje v perlitu (Vir: ZHAW).

6 Potencialne vrste rib in rastlin

Preglednica 1: Seznam potencialnih rib in rastlin za gojenje v akvaponiki (Rod 2014).

Vrsta	Prednosti	Slabosti
Tilapija (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Tilapija je robustna in, če ima dobre pogoje za rast, hitrorastoča riba. Ker je vsejeda vrsta, jo lahko hranimo s širokim spektrom hrane, med drugim tudi z rastlinskimi viri beljakovin.	Ker je toplovodna riba, potrebuje visoko temperaturo vode. V Evropi je le malo poznana kot prehranska riba in ne more tekrovati z drugimi ribami v masovni proizvodnji. Njena uporaba je omejena na specifične pogoje (tropski rastlinjaki, akvaponika).
Krap (<i>Cyprinus carpio</i>)	Relativno robusten in hitrorastoč. Vsejed in lahko izrablja širok spekter hrane (rastlinske beljakovine). Dobro raste tako v topli kot hladni vodi.	Ni vedno najbolj cenjen v prehrani. Tržna cena je relativno nizka. Potrebuje precej velik volumen vode in bo poškodoval rastline, če ima dostop do njih.
Šarenka (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Relativno robustna postrv. Je dobro poznana v ribogojnicah, zato zanjo obstaja veliko vrst prilagojene prehrane in tehnične opreme. Ima zelo dobro pretvorbo krme in zanesljivo umetno razmnoževanje. Enostavna za prodajo.	Ima relativno visoke zahteve po koncentraciji kisika in razmeroma ozko območje ustrezne temperature vode (hladna voda). Večinoma izrablja živalske beljakovine.
Smuč (<i>Sander lucioperca</i>)	V dobrih pogojih lepo raste. Ima miren značaj.	(Še) ni zelo prisoten v akvakulturi. Umetno razmnoževanje ni zanesljivo. Ni velike izbire prilagojenih vrst hrane ali tehnične opreme. Potrebuje toplo vodo za rast in visoko količino živalskih beljakovin v hrani.

Preglednica 2: Seznam potencialnih rastlin za uporabo v akvaponiki.

Rastlina	Uporabljen v raziskavi
Solata	Lennard in Leonard 2006; Rakocy 2012: 359; Palm in sod. 2014

Kumare	Graber in Junge 2009; Palm in sod. 2014
Paradižnik	Griessler Bulc in sod. 2012; Graber in Junge 2009; Palm in sod. 2014
Jajčevce	Graber in Junge 2009; Palm in sod. 2014
Paprika	Palm in sod. 2014
Bazilika	Rakocy in sod. 2003; Palm in sod. 2014
Kulinarična zelišča	Mathis 2014; Palm in sod. 2014
Mikro zelenjava	Mathis 2014

7 Literatura in viri

De Stefani, G., Tocchetto, D., Salvato, M. and M. Borin (2011): "Performance of a floating treatment wetland for in-stream water amelioration in NE Italy" *Hydrobiologia*, 674 (1), 157-167.

Diver, S. (2006): "Aquaponics – Integration of Hydroponics with Aquaculture." URL: http://www.extension.org/mediawiki/files/2/28/Hydroponics_with_Aquaculture.pdf [accessed: 04.07.14].

Florio, G., Arnosti, C., Breschigliaro, S., Bortolini, L. and M. Borin (2014): "Preliminary results of a floating wetland system in carps breeding" *submitted to 3rd Conference with International Participation Conference VIVUS – on Agriculture, Environmentalism, Horticulture and Floristics, Food Production and Processing and Nutrition»Transmission of Innovations, Knowledge and Practical Experience into Everyday Practice«*, 14th and 15th November 2014, Biotechnical Centre Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenia.

Göhler, F. and H.-D. Molitor (2002): *Erdelose Kulturverfahren im Gartenbau*, Stuttgart: Ulmer.

Graber, A. (2014): Aquaponics engineering and operation management. Presentation for Aquavet Workshop II, March 25 2014, Wädenswil. Unpublished.

Graber, A. and R. Junge (2009): "Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production" *Desalination*, 246 (1-3), 147-156.

Griessler Bulc, T., Krivograd Klemenčič, A., Kompare, B. and K. Jarni (2013): Innovative Aquaponic Technologies for Water Reuse in Cyprinid Fish Farms. Presentation for Aquavet Consortium meeting and Workshop I, February 11-13 2013, Wädenswil. Unpublished.

Griessler Bulc, T., Šajn-Slak, A., Kompare, B., Jarni, K. and A. Krivograd Klemenčič (2012): Innovative Aquaponic Technologies for Water Reuse in Cyprinid Fish Farms. BALWOIS 2012 – Ohrid, Republic of Macedonia – 28 May, 2 June 2012.

Junge, R., Mathis A., Graber A. (2014): Building integrated food production. Presentation for the 4th International Symposium ZEBISTIS, April 8 2014, Bundang. URL: http://www.zebistis.ch/images/documents/workshop4/ZEBISTIS_WS4_Presentation11.pdf [accessed: 28.08.14].

Karlsdottir, S.K., Homme, J.M. and R. Bjornsdottir (2012): "Aquaponics – Grønn vekst" NORA Project No 510-072, Final Report from the project. URL: http://www.nora.fo/fileadmin/user_upload/files/13/20121024112120176.pdf [accessed: 28.08.14].

Krivograd Klemenčič, A. and T. Griessler Bulc (2010): The efficiency of ultrasound on algal control in a closed loop water treatment system for cyprinid fish farms. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(5 A), 919-931.

Lennard, W.A. and B.V. Leonard (2006): “A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic test system” *Aquaculture International*, 14 (6), 539-550.

Mathis, A. (2014): Aquaponic from the viewpoint of a crop cultivator. Presentation for Aquavet Workshop II, March 28 2014, Wädenswil. Unpublished.

Mietto, A., Borin, M., Salvato, M., Ronco, P. and N. Tadiello (2013): “Tech-IA floating system introduced in urban wastewater treatment plants in the Veneto region – Italy” *Water Science in Technology*, 68 (5), 1144-1150.

Palm, H.W., Seidemann, R., Wehofsky, S. and U. Knaus (2014): “Significant factors affecting the economic sustainability of closed aquaponic systems. Part I: system design, chemo-physical parameters and general aspects” *Aquaculture, Aquarium, Conservation in Legislation. International Journal of the Bioflux Society*, 7 (1), 20-32.

PAN s.r.l. (2014): Tech-IA floating systems installation. URL:
<https://sites.google.com/site/panspinoff/home> [accessed: 04.05.14].

Rakocy, J.E. (2012): “Aquaponics – Integrating Fish and Plant Culture” in: Tidwell, J.H. (Ed.): *Aquaculture Production Systems*. Ames: John Wiley in Sons, 343-386.

Rakocy, J.E., Masser, M.P. and T.M. Lesordo (2006): “Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics – Integrating Fish and Plant Culture” *Southern Regional Aquaculture Center*, Publication No. 454. URL: <http://ces3.ca.uky.edu/westkentuckyaquaculture/Data/Recirculating%20Aquaculture%20Tank%20Production%20Systems/RAC%20454%20Recirculating%20Aquaculture%20.pdf> [accessed: 28.08.14].

Rakocy, J.E., Schultz, R.C., Bailey, D.S. and E.S. Thoman (2003): “Aquaponic Production of Tilapia and Basil: Comparing a Batch and Staggered Cropping System” *Acta Horticulturae (ISHS)*, 648, 63-70. URL: http://uvi.edu/files/documents/Research_and_Public_Service/AES/Aquaculture/Tilapia_and_Basil.pdf [accessed: 04.07.14].

Resh, H.M. (2013): *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower*, 7th Edition, Boca Raton: CRC Press.

Rod, R. (2014): Fish. Presentation for Aquavet Workshop II, March 28 2014. Unpublished.

The Aquaponics Doctors (2012): Why Aquaponics? URL:
<http://www.theaquaponicsdoctors.com/why-aquaponics.php> [accessed: 04.07.14].

8 Priloga

8.1 Akvaponika kot izobraževalno orodje v poklicnem in strokovnem izobraževanju. Članek Krivograd Klemenčič in sod., 2013, *Didakta* 22(167): 42-45.