

Baggrundsnotat vedr. aquaponics systemer

Aquaponics er betegnelsen for en integreret kultur af planter og vandlevende dyr, oftest fisk, i et anlæg, hvor vandet recirkuleres. Produktionsformen er en kombination af akvakultur og et dyrkningsprincip for planter, kaldet hydroponics, der er baseret på flydende næringsstoffildeling og vækst uden jord (1).

Princippet i produktionsformen er, at toksiske niveauer af næringsstoffer fra fiskenes ekskrementer forhindres ved, at planter i et vækstsustrat gødes med vandet, der derved renses. Herved nedsættes behovet for vandskifte i akvakulturen, miljøbelastningen i form af spildevand fra akvakulturen minimeres, og de overskydende næringsstoffer udnyttes til en planteproduktion, der pga. de lettilgængelige, opløste næringsstoffer er hurtig og giver stort udbytte (2). Systemet kan opfattes som en analog til spildevandsrensning via pile-kulturer, hvor spildevandet i dette tilfælde kommer fra akvakulturen og pile-buskene er erstattet af drivhusplanter.

Aquaponics er mindre vandforbrugende end akvakultur og er især velegnet i områder, hvor vand er en begrænsende ressource. Nyt vand tilføres kun pga. vandtab fra absorption i planter eller fordampning. I et indendørs aquaponics system i Saudi Arabien blev målt, at der var behov for at tilføre 1,4 % af det totale systems vandmængde dagligt for at kompensere for planternes absorption og fordampning (3). Der kan anvendes fersk- eller saltvand afhængig af den ønskede produktion af planter og akvatiske dyr.

For en veletableret produktion vil man desuden forvente en væsentlig reduktion/elimination af udledning af spildevand fra akvakulturer samt en reduceret gødskning og potentiel forurening fra produktion af bladgrønt og frugtproducerende drivhusplanter (tomater, agurker m.m.).

Endelig er der potentiale for en høj produktion på et lille areal, og produktionen kan etableres tæt på aftagere af produkterne, hvorved transport minimeres.

Komponenter i produktionsanlæggene er: en tank til opfostring af fisk; et system til fjernelse af faste affaldsprodukter (fæces fra fisk, resterende fiskefoder, svampe og alger, der ved anaerob nedbrydning kan resultere i toksiske produkter); et biofilter til bakteriel omdannelse af toksisk ammoniak og nitrit til nitrat, der kan udnyttes af planter; en hydroponisk del, hvor planter i et vækstsustrat optager nitrat og opløste næringsstoffer; og afslutningsvist et reservoir, hvor det rengjorte vand opsamles og bringes tilbage til fisketanken vha. en recirkuleringspumpe (2).

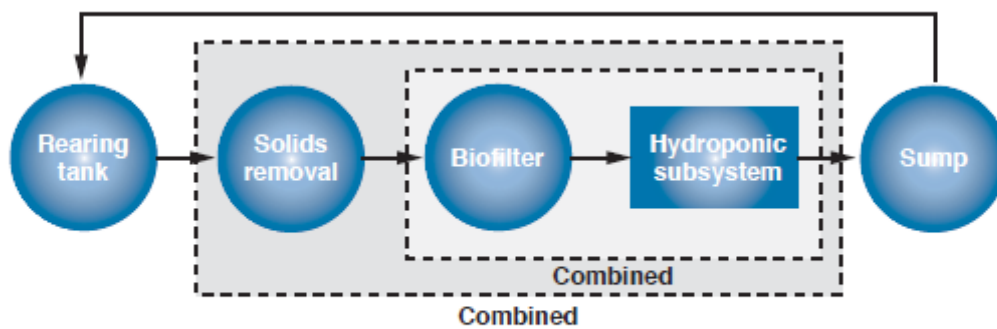


Figure 2. Optimum arrangement of aquaponic system components (not to scale).

Fra Rakocy1 et al., 2006 (2).

Design af de enkelte funktionelle komponenter varierer mellem anlæg og kan være mere eller mindre integrerede (2). Designet af og samspillet mellem komponenter - set i forhold til de aktuelle fiskearter og afgrøders krav mht. lys, temperatur, pH og næringsstoffer - er afgørende for funktionen af anlæggene. Eksempelvis findes flere typer af væksts substrater med integreret fjernelse af fast materiale og toksiske nitrogenforbindelse, der har forskellig evne til at fjerne/omdanne toksiske nitrogen forbindelser til nitrat, der kan udnyttes af planter (4).

Driftsmæssigt er det afgørende, at der etableres og vedligeholdes en balance med hensyn til næringsstoffer og pH, der under de givne temperatur og lyskrav giver en optimal vækst af planter, fisk og nitrificerende bakterier (5). Succes med produktionsformen kræver derfor et grundigt biologisk kendskab til/erfaring med den aktuelle fiskeart, de anvendte planter og de bakterielle vækstkrav. Monitorering af opløst ilt, CO₂, ammoniak, nitrit, nitrat, pH, og Cl anbefales med henblik på løbende justeringer i belægning/plantetæthed, vækstrater, foderniveau og hyppighed (6).

Produktionsformen har derfor været genstand for en del **forskning** i USA og Canada, hvor den moderne version af produktionsformen oprindeligt er udviklet (4). Udover generel viden om dyrkningsbetingelser er der indenfor det overordnede koncept udviklet flere systemer baseret på forskningen ved de enkelte universiteter eller forskningsinstitutioner med senere modificering af nogle af disse systemer. Eksempelvis tales om The North Carolina State University system, The Speraneo system (Missouri), The University of Virgin Islands system, The Freshwater Institute system (West Virginia), The Cabbage Hill Farm system (NY), The New Alchemy Institute (Massachusetts). Systemerne kan f.eks. adskille sig fra hinanden med hensyn til optimal styring af ovennævnte monitoreringsparametre (1).

Sammenfattende er der dokumentation for, at produktionsformen fungerer med store udbytter ved brug af **varmtvands fisk**, især den tolerante art *Tilapia*, kombineret med produktion af **bladgrønt** (f.eks. salater, basilikum, persille, purløg, portulak, mynte, brøndkarse) eller frugtproducerende drivhusplanter, f.eks. tomater, agurk, peberfrugt og melon (2, 6, 1). I en Canadisk undersøgelse blev 60 vækster screenet for deres egnethed til produktionsformen, og 5 væksthuser og 19 arter af bladgrønt blev fundet egnede (7).

Produktionsformen anvendes primært i USA og Australien, men er under udbredelse i aride **geografiske områder**, hvor produktionsformen er særlig velegnet, bl.a. pga. det lave vandforbrug sammenlignet med akvakultur. Anlæggene spænder fra store kommercielle anlæg til små hobbyanlæg. I USA produceres primært varmtvandsfiskene Tilapia, mens man i Australien overvejende producerer varmtvandsfiskene, stor flodfisk (Murray cod) og australsk lungefisk (Barramundi) (6). Canada har været meget aktiv i udvikling af produktionsformen, bl.a. i tilpasning af systemet til koldtvals fisk som ørred, hvilket er kompliceret pga. den store forskel i planternes og fiskenes temperatur krav. I dag findes kun få kommercielle anlæg i Canada, hvor et enkelt er baseret på ørred produktion (1). Produktionsforholdene i store områder af Canada og i Danmark kan meget vel tænkes at være ens.

Begrænsninger i produktionsformen er, at:

- Velegnede plantekulturer er primært arter, der kræver høj lysintensitet, lang dag og høj temperatur (2)
- Velegnede frugtproducerende plantekulturer er primært arter, der kun er velegnet til væksthushproduktion (6)
- Dyrkning af rodfrugter i aquaponics har hidtil ikke været vellykket. Muligheder for udvikling af metoder til dyrkning af disse er kun sparsomt belyst
- Bedst egnede fiskekulturer er arter, der er tolerante overfor fluktuerende pH, temperatur, oxygen indhold og partikulært materiale (6). Det er tillige ønskværdigt at arterne er primært planteædende
- Velegnede fiskekulturer er varmtvands fisk, så afkøling/opvarmning af recirkuleringsvand på forskellige stadier i produktionen ikke er nødvendig
- Koldtvals fisk kan anvendes, men kræver opvarmning/afkøling af recirkulerende vand, hvilket der kun er begrænset erfaringer med. Produktion af ørred ved hjælp af aquaponics findes dog i Australien (1)
- Som for alle akvakultur systemer er det primære foder fiskemel fra lav værdi arter, hvilket ikke er holdbart for den naturlige fiskebestand, men problemet er muligvis under løsning vha. økologisk fiske foder (1)

Begrænsningerne vil under **danske forhold** formentlig indebære, at produktionen i vintermånederne skal foregå i væksthush med opvarmning og ekstra lys. Desuden må det forventes, at systemerne enten skal tilpasses produktion af koldtvals fisk, eller at der skal markedsføres nye spisefisk. Forhold omkring energiforbrug og -kilder bør derfor vurderes.

Produktionsformen indebærer en del usikkerhedsmomenter, idet den er meget følsom for, at alle enkelte komponenter i anlæggene fungerer optimalt i forhold til hinanden. Hver enkelt komponent udgør på den måde en potentiel fejlkilde. Tilpasninger af systemerne til danske forhold bør derfor ledsages af erfaringsindsamling og afprøvning. Løbende monitorering af vandkvaliteten må også forventes at være essentiel (1, 6). En vellykket introduktion af produktionsformen i Danmark forudsætter, at der finder oplæring sted og etableres rådgivningsorganer med erfaringer fra dansk produktion.

Akvakultur med recirkulation, som er en del af princippet i aquaponics, er for tiden genstand for **europæisk forskning** i EU-projektet, *SUSTAINable Aquaculture production through the use of*

recirculation systems (SustainAQ), der løber fra 2007-2009. Danmark deltager ikke i projektet. Projektet har til formål at belyse muligheder og begrænsninger for akvakulturer med recirkulation i EU lande samt skabe grundlag for vidensdeling omkring dette (8).

Desuden pågår EU-projektet, *Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture (SustainAqua)*, med deltagelse fra den danske brancheforening, Dansk Akvakultur, og *International organisation for the development of fisheries in Eastern and Central Europe*, København, samt Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. Projektet løber fra 2006 til 2009 og har til formål at styre udviklingen af akvakultur mod miljøvenlige, sunde og social accepterede ferskvandsdambrug, der også er økonomisk holdbare.

Projektets specifikke videnskabelige og teknologiske mål er så vidt muligt at reducere den nødvendige energitilførsel, at erstatte ikke vedvarende energi med vedvarende energi, at reducere transport distancer, at genbruge vand, at reducere spildvand til næsten ingenting, at støtte klimaets stabilitet ved at forøge fordampning og transpiration: forøge våd- og vandområder, at bruge næringsstofftilførslen så effektivt som muligt ved at producere så mange høj-kvalitetsprodukter med så lille mængde næringsstof som muligt, at reducere spild af næringsstoffer, mineraler og organisk materiale til næsten ingenting. Projektet omfatter feltstudier i Ungarn, Polen, Holland, Schweiz og Danmark. Disse omfatter både essentielle elementer fra aquaponics, blandingskulturer af akvatiske dyrearter, koldtvandsfisk (herunder ørred), non-food produktion baseret på spildevand samt produktion af alternativt fiskefoder. I projektet udarbejdes rådgivnings og informationsmateriale samt E-læringsprogrammer. I Danmark har der været afholdt kurser i Silkeborg i regi af Dansk Akvakultur i juni 2009 (9).

I USA findes **adskillige firmaer**, der forhandler komponenter til etablering af Aquaponics systemer til kommercielle anlæg og hobbybrug, og tilbyder kurser og rådgivning i design og drift af systemerne, f.eks. 'Grow foods Aquaponics systems', 'Backyard Aquaponics systems', 'Growing Power Aquaponics systems', 'Aquaponics systems', 'Aquaponics' Friendly Aquaponics', 'Aquaponics Shop', 'CropKing' og 'Portable Farms LLC', for blot at nævne et lille udsnit af disse. Størstedelen af firmaerne er små, bestående få medarbejdere, og er primært leverandører af rådgivning og kurser, mens komponenterne til anlæggene kommer fra større virksomheder og er baseret på mindst to systemer (6). Rådgivningen fra firmaerne synes i høj grad at være baseret på rådgivernes personlige erfaringer med systemerne.

Portable Farms LLC er ét af disse små firmaer, der forhandler komponenter til Aquaponics systemer og rådgiver i design og brug af Aquaponics. Portable Farms produkter er dog kendetegnet ved et eget pumpesystem, der ifølge firmaets hjemmeside muliggør automatisk fjernelse af sediment fra tanken med fisk uden at tilstoppe pumpen, hvilket giver mulighed for automatiseret drift af aquaponics systemer og deraf følgende mulighed for større udbredelse af systemet. Der reklameres på hjemmesiden med et meget lavt tidsforbrug til pasning af systemet (20 min pr. dag), hvilket ikke umiddelbart er i harmoni med den generelle dokumentation, der i øvrigt foreligger. Behov for monitorering af vandkvaliteten omtales ikke. Derimod omtaler hjemmesiden et meget stort antal egnede plantevækster, der ikke alle synes at være dokumenteret. Det nævnes at brug af koldtvandsfisk ikke anbefales. Hjemmesiden bærer præg af i høj grad at henvende sig til hobby producenter.

Referencer

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Aquaponics>
2. Rakocy1, J.E., Masser, M.P. & T.M. Losordo, 2006. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No. 454. 1
3. Al-Hafedh, Y.S., Alam, A. & M.S. Beltagi, 2008. Food Production and Water Conservation in a Recirculating Aquaponic System in Saudi Arabia at Different Ratios of Fish Feed to Plants. *Journal of World Aquaculture Society* 39 (4): 510-520.
4. Lennard, W.A. & B. V. Leonard. 2006. A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic test system. *Aquacult. Int.* 14:539–550. 4
5. Tyson, R. V., Simonne, E. H., Davis, M., Lamb, E. M., White, J. M., & D. D. Treadwell, 2007. Effect of Nutrient Solution, Nitrate-Nitrogen Concentration, and pH on Nitrification Rate in Perlite Medium. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 901–913. 5
6. Diver, S., 2006. Aquaponics - Integration of Hydroponics with Aquaculture. ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service, 1-800-346-9140, www.attra.ncat.org. 2
7. Savidov, N.A., Hutchings, E. & J.E. Rakocy. 2005. Fish and plant production in a recirculating aquaponic system: a new approach to sustainable agriculture in Canada. *ISHS Acta Horticulturae* 742: International Conference and Exhibition on Soilless Culture: ICESC 2005.
8. <http://www.afi.wur.nl/UK/Research/SustainAQ/>
9. http://www.afi.wur.nl/UK/Research/projects_sustainaqua/