

Akvaponik och restvärme - framtida strategier för hållbar matproduktion

AV SAMMAR KHALIL

Sammanfattning

Akvaponiskt system är ett miljövänligt system som bygger på integrerad produktion av fisk (akvakultur) och trädgårdsväxter (hydroponisk odling) med sammanhållet flöde av vatten och mineralämnen. Cirkulering av näring mellan dessa två system minskar utsläpp av näringsämnen till utemiljön och därmed minskar risken för övergödningen. Att använda överskottsvärme från olika industriella processer för odling i akvaponiskt system är av stort intresse för att kunna utveckla en konkurrenskraftig växthusproduktion. Detta förutsätter dock ökad kunskap om bland annat effekten av låga temperaturer på tillväxt hos växter liksom hos fiskar, näringsdynamik i systemet, produktkvalité samt foderkvalité. Denna studie, med finansiering av Tillväxt Trädgård, är först i ledet för att ta fram vetenskapliga riktlinjer när det gäller effekten av låga vattentemperaturer på tillväxt, kvävedynamiken, sjukdomsangrepp samt mikroflora i akvaponiskt system. Genom försök i dagsljuskammare i Biotron vid 11°C respektive 21°C och med basilika och laxyngel som modellorganismer har resultaten visat att (1) Planttillväxt i form av färsk- respektive torrsvikt var bättre i ett akvaponiskt än i ett hydroponiskt system. Låg vattentemperatur (11°C) gav dock långsammare tillväxt jämfört med hög temperatur (21°C). (2) Den allmänna bakterie- respektive svampfloran före och efter biofiltrering var lägre vid odling i 11°C jämfört med 21°C. Halten var dock högre i akvaponiskt system jämfört med hydroponiskt system vid 11°C. (3) Förekomsten av rotskador var högre vid 11°C jämfört med 21°C. Dock var förekomsten lägre i det akvaponiska jämfört med det hydroponiska systemet vid 11°C.



Figur 1. Bilder på integrerat växt- och fisk odlingsystem, akvaponiskt system.

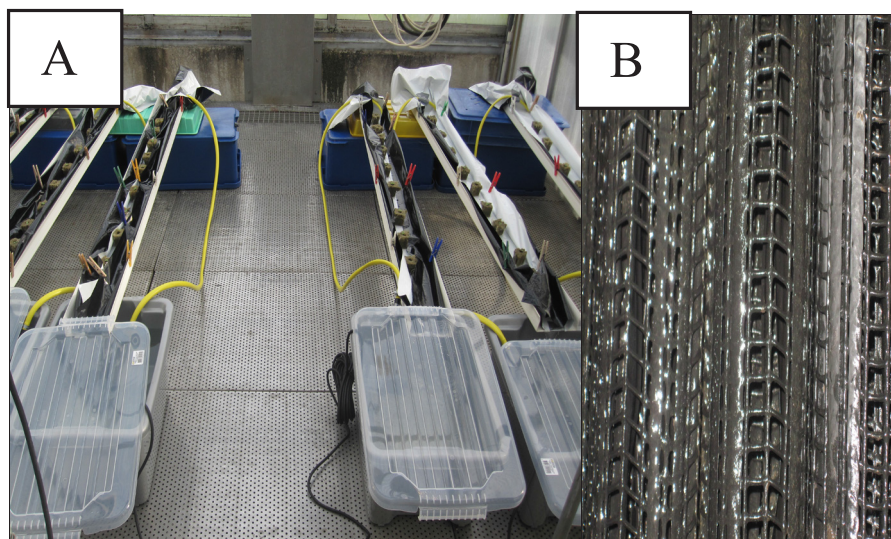
Bakgrund

Världens befolkning växer och behovet att producera mer mat ökar. Utveckling av produktionssystem som kan bemöta denna tillväxt och med minsta möjliga effekt på miljön är angeläget. Grönsaker och fisk är näringsrika livsmedel och utgör en bas i livsmedelsförsörjningen i stora delar av världen. Positiva hälsoeffekter av kost baserad på fisk och grönsaker har konstaterats i ett stort antal studier med hänsyn till bland annat hjärt-kärlsjukdomar, cancer, diabetes, stroke och övervikt (Kasim1993; Sze-to et al. 2002).

Akvaponiska system bygger på integrerad produktion av fisk och grönsaker (figur 1) med sammanhållet flöde av vatten och mineralämnen (slutna odlingsystem). Det är ett koncept för framställning av hälsosamma och näringsrika produkter när det gäller grönsaker och proteiner; det betraktas

som billigt och resurseffektivt (Tyson et al. 2011). Fiskarnas avföring blir näring åt växter som i sin tur renar vattnet åt fiskarna. Avrinnande vatten från fisktankar är rikt på organiskt kväve samt ammonium. Genom cirkulering av näringsämnen minskar risken för ackumulation av hög toxiska ämnen såsom ammonium och nitrit i fiskvattnet (Tokuyama et al. 2004).

Kväve är det mest betydelsefulla näringsämnet för vegetabilisk biomasseproduktion. Det tas främst upp som nitrat. Styrning av näringsämnen, i synnerhet av kväve, är essentiell för grönsaks kvalitet och hållbarhet (Marschner 1997). I akvaponiskt system sker omvandling av ammonium till nitrat med hjälp av mikroorganismer kopplade till biofiltrerings (nitrifikation) processen. Studier utförda av Adler et al. (1996) och Rakocy et al. (1997) kring näringsinnehåll i akvaponiskt system visades att mängden



Figur 2. (A) Odlingssystemet som användes i försöken. (B) Biofilter enheten som kopplades till systemet



Figur 3: Tillväxt av basilika vid odling i (1) hydroponiskt system vid vattentemperatur på 11°C, (2) akvaponiskt system vid vattentemperatur på 11°C, (3) hydroponiskt system vid vattentemperatur på 21°C och (4) akvaponiskt system vid vattentemperatur på 21°C

kalium, calcium, fosfor, mangan och järn i AP system är lägre än den i vanligt hydroponiskt system.

I dagens läge finns det ett intresse för utveckling av konkurrenskraftig växthusproduktion där överskottsvärme från olika industriella processer kan utnyttjas för att minska energikostnader och miljöbelastning. Inom ramen för denna utveckling är AP system i fokus och betraktas som ett lämpligt system för produktion av ett diversifierat utbud av grönsaker och fisk. Under dessa förhållanden spelar vattentemperaturen i odlingssystemet en viktig roll. Kylvattnet som kommer ur dessa processer har en temperatur

mellan 11–21 °C. Vid SLU Alnarp, institution för biosystem och teknologi genomfördes den första studien för att undersöka effekten av vattentemperatur på rotsjukdomar och planttillväxt hos trädgårdsväxter odlade i akvaponiskt system.

Studien

Försöken utfördes i dagsljuskammare i Biotronen. Klimatfaktorerna såsom temperatur, fuktighet var under kontrollerade förhållanden. Basilika användes som modellväxt och laxyngel användes som modellfisk. Två system ingick i försöken, ett hydroponiskt system (kontroll) med stan-

dardnäringlösning för basilika och ett kombinerat system med växter och fisk (akvaponiska, AP). Systemen bestod av en låda med fisk (8 fiskar/låda) kopplat till ett biofilter som i sin tur kopplat till en odlingsrinna med 12 plantor i varje ränna (Figur 2). Tre upprepningar av varje system användes. Systemen testades i två olika vattentemperaturer 11°C och 21°C. Förloppet av varje försök var fyra veckor och totala antal försök som utfördes var fyra.

En pump placerades i varje fisklåda för att cirkulera näringlösningen från fisklådan genom biofilter till odlingsrinna. Näringen i fisklådan kom från fiskfodret (kommersiell foder från BioMar). Fiskarna i varje låda matades med ca 1g foder/dag enligt rekommendationer från foder företag. Näringlösningen i lådorna syresattes och syrehalten, ledningstalet samt pH mättes dagligen och justerades enligt behov.

Resultat och diskussion

Effekten på tillväxt

Planttillväxt i form av plantans färsk- och torrsvikt var högre i akvaponiskt system jämfört med hydroponiskt system vid både 11°C och 21°C (figur 3). Bästa planttillväxt indikerades i akvaponiskt system vid 21°C. Fiskens totala vikt ökade också efter 4 veckors odling i AP system dock var tillväxten bättre vid 11°C i jämförelse med 21°C. Dessa resultat visar på att planttillväxt i ett akvaponiskt system är bättre än i ett hydroponiskt, men tillväxten är långsammare vid låga vattentemperaturer.

Tunnare och glesare rotsystem kunde också indikeras i det akvaponiska systemet vid 11°C i jämförelse med 21 °C (Figur 4).

Effekten på den naturliga mikrofloran

De uppnådda resultaten visar på att den allmänna bakterie- respektive svampflora före och efter biofiltrering var lägre vid odling i 11°C jämfört med 21°C. Halten var dock högre i akvaponiskt system jämfört med hydroponiskt system vid 11°C (Tabell 1). Detta indikerar att lägre vattentemperaturer minskar halten av mikroorganismer i ett hydroponiskt liksom i ett akvaponiskt system. Biofiltrering hade dock ingen effekt på den allmänna mikrofloran i systemet vid någon av temperaturerna.

Tabell 1. Förekomst (log CFU/g rottorrsvikt) av den allmänna bakterie- respektive svampfloran på basilikarötter i akvaponiskt system jämfört med hydroponiskt vid odling i vattentemperatur på 11°C respektive 21°C. a och b är bokstäver används för indikation av signifikanta skillnader

Beräkning av rotskador på grund av patogenangrepp indikerade på att förekomsten av rotpatogener var högre vid 11°C jämfört med 21°C. Dock var förekomsten lägre i det akvaponiska systemet jämfört med det hydroponiska vid 11°C (Tabell 2).

Kvävedynamiken i systemet

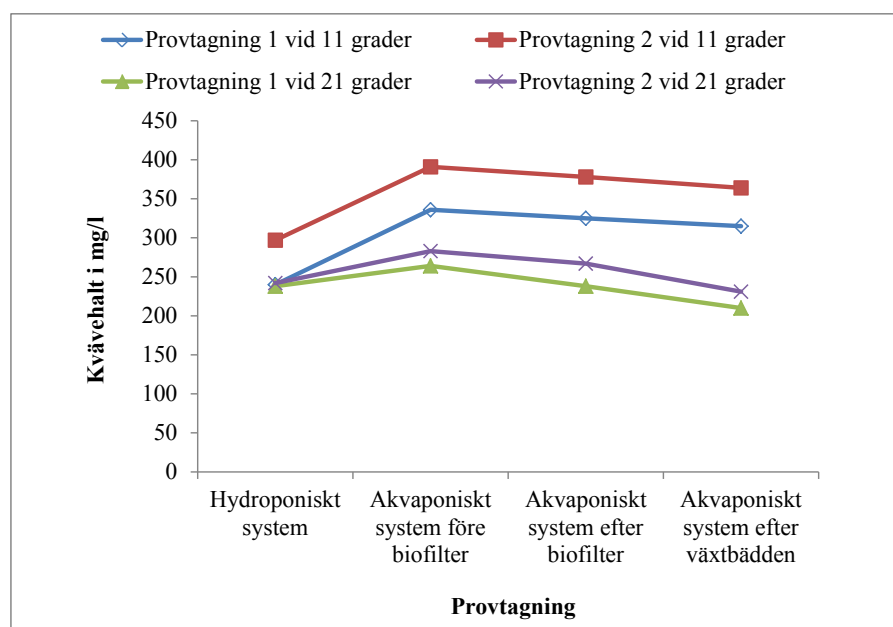
Kvävehalten i systemet varierade beroende på vattentemperatur. I jämförelse med det hydroponiska systemet indikerades högre kvävehalt i det akvaponiska (Figur 5). Lägre kvävehalt i akvaponiskt system indikerades vid vattentemperatur på 21°C jämfört med 21°C (Figur 5). Vid vattentemperatur på 21°C minskades kvävehalten efter biofiltrering och i växtbädden. Detta kunde inte indikeras vid vattentemperatur på 11°C, vilket kan innebära att lägre temperaturer påverkar mikroorganismer involverade i biofilter och i nitrifikations process. Detta är i linje med studien utförd av

Tabell 1. Förekomst (log CFU/g rottorrsvikt) av den allmänna bakterie- respektive svampfloran på basilikarötter i akvaponiskt system jämfört med hydroponiskt vid odling i vattentemperatur på 11°C respektive 21°C. a och b är bokstäver används för indikation av signifikanta skillnader

Tillväxt (g)	Hydroponiskt system (11°C)	Akvaponiskt system (11°C)	Hydroponiskt system (21°C)	Akvaponiskt system (21°C)
Allmän bakterieflora innan biofilter	4,8 ± 0.6a	5,9 ± 0.4b	6,3 ± 0.4a	6,9 ± 0.5a
Allmän bakterieflora efter biofilter	5,2 ± 0.3a	6,1 ± 0.4b	7,2 ± 0.5a	7,5 ± 0.6a
Allmän svampflora innan biofilter	2,9 ± 0.4a	3,1 ± 0.3a	3,8 ± 0.6a	4,3 ± 0.4a
Allmän bakterieflora efter biofilter	1,8 ± 0.3a	3,4 ± 0.4b	4,5 ± 0.3a	4,5 ± 0.4a

Tabell 2. Förekomsten av rotskador beräknades med skala 1-5; 1= vita fina rötter, 2= mörkfärgade rotspetsar, 3= mörkfärgade enskilda rötter, 4= mörkfärgade rotpartier och 5= totalt missfärgade rotsystem i hydroponiskt respektive akvaponiskt system vid två olika vattentemperaturer 11°C respektive 21°C

Odlingssystem	Sjukdomsindex
Hydroponiskt system (11°C)	3,8
Akvaponiskt system (11°C)	2,6
Hydroponiskt system (21°C)	0,2
Akvaponiskt system (21°C)	0,6



Figur 5. Totala kvävehalt i hydroponiskt samt akvaponiskt system vid odling i vattentemperaturer på 11°C respektive 21°C

(Zhu & Chen 1999) som visade på att lägre temperaturer minskar nitrifikationshastigheten i biofilter.

Litteratur

Khalil S. & Alsanian B.W. 2009.

Evaluation of biocontrol agents for managing root diseases on hydroponically grown tomato. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 117 (5), 214–219, ISSN 1861-3829.

Khalil, S. & Waechter Alsanian, B.

2001. Dynamics of the indigenous microflora inhabiting the root zone and the nutrient solution in a commercial closed greenhouse system. *Gartenbauwissenschaften*. 66: 188–198

Kasim SE, 1993. Dietary Marine Fish

Oils and Insulin Action in Type 2 Diabetes. *Annals of the New York Academy of Sciences* 683: 250–257

Marschner H, 1997. Mineral nu-

trition of higher plants. 2nd Edn, Academic Press, The Netherlands, ISBN:0-12-473543

Rakocy, J.E., Bailey, D.S., Shultz,

R.C., Thoman, E.S. 2004. Update on Tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system. *Proceeding 6th International symposium on Tilapia in aquaculture*, Manila, Philippines, 12–16 September, 676–698

Tayson R.V., Treadwell, D.D. and Si-

monne, E.H. 2011. Opportunities and Challenges to Sustainability in Aquaponic Systems. *Horttechnology* 21(1): 6–13.

Faktaruta

- Faktabladet är utarbetat inom LTV- fakultetens institution för biosystem och teknologi, enheten för hortikulturell mikrobiologi
- Projektet är finansierat av Tillväxt Trädgård, projekt nr TT89/12
- Projektansvarig/ författare: Sammar Khalil är Docent vid Institution för biosystem och teknologi, SLU, Box 103, 230 53 Alnarp. E-mail: sammar.khalil@slu.se
- På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta faktablad hämtas elektroniskt

Tillväxt Trädgård

Tillväxt Trädgård är ett samarbete mellan akademi och näringsliv med syfte att skapa tillväxt och hållbar utveckling i trädgårdsnäringen.

Större parter är SLU, LRF, GRO och flera Hushållningssällskap. Andra parter är Cascada, Grön Kompetens, Lovang Lantbrukskonsult och Virgo Grön Konsult.

Projektet finansieras även av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling genom Jordbruksverket och Länsstyrelsen i Skåne.

www.tillvaxttradgard.se

