

Odlingsteknik

Odling av fisk kan genomföras med olika syften och under varierande omgivningsförutsättningar. Vissa företag fokuserar endast på en del av fiskens livscykel medan andra företag hanterar hela livscykeln. Fiskodling kan huvudsakligen delas upp i odling av sättfisk och odling av fisk för livsmedel, för vilka förutsättningarna delvis skiljer sig åt. Valet av odlingsteknik måste dels baseras på den art som skall odlas men även på de förutsättningar och förhållanden under vilka som odlingen skall genomföras.

Odlingens syfte

Odling av sättfisk omfattar fisk för utsättning för sportfiske, för bevarande av fiskbestånd eller andra kompensationsåtgärder men även fisk för utsättning i kassar eller dammar för vidare odling. Även odling för livsmedel kan ha olika inriktningar, den omfattar både rom och matfisk för konsumtion. I viss mån kan marknaden efterfråga exempelvis olika grad av infärgning på köttet, varför fodervalet då kan variera. Det är också viss variation mellan fiskarter i beteende och förutsättningar där mindre anpassningar och olika långa produktionscykler uppkommer, men odlingsmetodikerna förblir i stort densamma

Olika odlingssystem med ett gemensamt mål

Det är viktigt att påpeka att en optimal odlingsteknik behöver tillgodose fiskens biologiska behov både vad gäller näring, hälsa och livsmiljö, då dessa är nära sammankopplade. Oavsett vilket tekniskt system fisken odlas i: kar, bassänger, dammar, kassar i sjö eller hav, så behöver alltså utfodring, hantering och utrustning samverka för att bibehålla fisken i god kondition.

Öppet system - Kassodling

Den vanligaste odlingsformen för vattenorganismer i Sverige är odling av fisk i kassar (SCB 2016). Odlingstekniken är väl beprövad och har generellt gett god ekonomisk avkastning. Odlingstekniken används både i insjöar och kustvatten och medför



Fiskodling i öppna kassar. Ett flytande ringsystem håller upp kassarna och kassarna omges ovanför ytan av både hoppnät ("sargen") och fågelnät ("taket"). Foto: Tina Hedlund

att fisken mer eller mindre står i direkt kontakt med den omgivande miljön.

En traditionell kassodling består av nätkassar, flytkonstruktioner och förankringar. Storleken på kassarna (diameter och djup) och antalet enheter per geografisk lokal avgör hur mycket fisk som kan produceras.

Bra förankring av kassarna är viktigt för att minimera risken för skador på anläggningen, att anläggningen sliter sig eller skadas av vind eller isar. Detta minskar i sin tur risken för rymningar. Studier visar att ankare bör utformas och anpassas till de lokala bottenförhållandena för att ge optimal prestanda. Skador och slitage på kassen kan undvikas genom att förankringen är utformad så den inte kommer i kontakt med kassen (figur 2). Förankringen består av tyngder eller tunga ankare gjorda av t.ex. metall eller cement.

På en kassodling används antingen olika typer av flytkonstruktioner för att arbeta på och för att bära upp näten med fisk, de s.k. kassarna. Flytkraften måste vara god, speciellt på de stora anläggningarna och för de mer utsatta lokalerna. Konstruktionen ska ha stor lastkapacitet som tål sorteringsmaskiner, utfodringsutrustning och pumpar vid behov, samt snö och is som tynger ner vid vinterförhållanden. Den ska även klara av svåra väderförhållanden med höga eller aggressiva vågor. Flytanordningen ska också vara en säker och ergonomisk arbetsplats för vattenbrukarna. Själva flytkonstruktionen är det som är synligt ovanför vattenytan och består antingen av runda eller fyrkantiga flytkragar eller av ett fyrkantigt bryggsystem. Flytkragen skall samtidigt hålla kassens övre del ovan vattenytan så att fisken inte kan rymma. Materialet i de runda eller fyrkantiga kragarna är ofta PVC-plast medan de fyrkantiga bryggsystemen består av trä, stål eller betongkonstruktioner med flytelement i plast/frigolit. Storleken på odlingssystemen varierar, men har blivit allt större genom teknisk utveckling. I svenska odlingar dominerar förhållandevis små enheter med omkrets mellan 30 och 100 meter för runda flytkragar. De mindre fyrkantiga systemen en kan ha en sidlängd på upp till 30 m, men är vanligen betydligt mindre, 3-12 m i sidlängd och är vanligare på små fiskodlingar. Odlingskassen består av ett nät med maskor där storleken på maskorna är anpassad till storlek på fisk som ska odlas. Det vanligaste materialet på nätet är nylon. Polyethylene terephthalate (PET) och Dyneema är två nyare material som har börjat användas varav den senare uppvisar en mycket hög hållbarhet. Djupet på svenska kassar är generellt sett mellan 5 - 15 m.

Det finns även nedsänkbara kassar som kan sänkas under hela eller delar av året. Fördelen med dessa är att de kan sänkas ned vid ex. isläggning och islossning och därigenom minimera risken för skador. Dessa kassar är dock mer komplicerade att sköta och att övervaka då varken kassarna eller fisken är synlig från ytan i nedsänkt läge. De är också dyrare att tillverka och därmed även i inköpskostnad.

För den praktiska verksamheten används ibland speciella s.k. väntekassar där fisken placeras strax



Teknik för sänkning av ringar och kasse. Foto: Daniel Wikberg

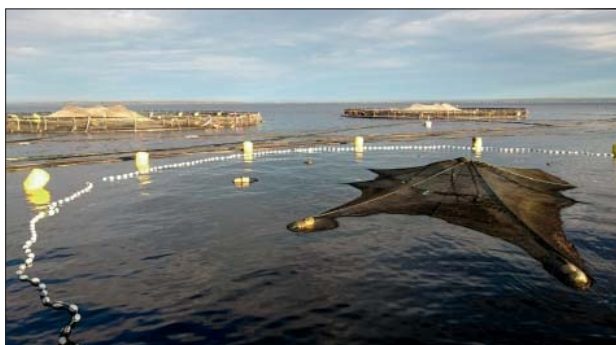
före slakt. Dessa kan då vara av förhållandevis små beroende på vilka fiskvolymmer som ska slaktas och inom vilken tid. Det är även vanligt att hela den ordinarie odlingskassen dras in till stranden eller till kajen inför slakt.

Landbaserade öppna/semislutna system

För att öka kontrollen, överlevnaden och reglerbarheten under befruktning, rominkubering, kläckning samt överlevnaden vid de känsliga yngelstadierna så sker en stor del av denna produktion i landbaserade system. Dessa kan vara genomströmningssystem, vilket kallas öppna system men kan även ibland utgöra semislutna system. Tekniken för dessa system är förhållandevis enkel. Inkommande vatten som utgörs av antingen ytvatten, grundvatten eller en kombination av båda leds in i anläggningen. Utgående vatten renas i vissa fall med mekaniskt filter eller i sedimentdammar innan det släpps ut i recipienten. Odlingen står då i varierande grad i kontakt med omgivande vatten, beroende på utformningen.

Om grundvatten används är det viktigt att vattnet luftas och syresätts. Eventuellt kan fällning av järn vara nödvändigt innan vattnet förs in i karen om grundvattnet är mycket järnrikt. Fördelen med grundvatten är den stabila temperaturen som kan användas för att kyla eller värma vattnet i odlingen beroende på om det är sommar eller vinter.

Vid landbaserad fiskodling kan odlingen ske i kar, bassänger eller jorddammar. På många landbaserade anläggningar återfinns flera av dessa



Sänkt fiskodlingskasse. Foto: Daniel Wikberg



Odling i jorddamm. Foto: Daniel Wikberg



Vinter på fiskodlingen.
Foto: Daniel Wikberg

varianter parallellt. Karen kan vara tillverkade i olika sorters plast eller i rostfritt stål. Bassänger kan vara konstruerade av betong eller plast. Jorddammar är en odlingsform som stadigt minskar i omfattning, dels eftersom den är mer svårskött, dels eftersom den har en del risker då fisken lätt kan få s.k. dysmak.

Fördelar med landbaserad odling jämfört med odling i kassar är att odlingen lättare kan skyddas mot naturens krafter samt att miljön kan styras i hög grad både vad gäller temperatur, syre, strömriktning mm. Nackdelarna är den högre energiförbrukningen samt att tekniska haverier kan få betydligt större effekt eftersom miljön snabbt förändras för fisken. För att minska energianvändningen används i regel värmexchallare som återvinner en del av värmen från avloppsvattnet till att värma inkommande vatten.

De landbaserade öppna eller semislutna odlingarna har vanligtvis en årlig foderförbrukning understigande 40 ton. En mer omfattande produktion kräver mycket god tillgång till vatten, en stor vattengenomströmning genom anläggningen och därmed en väsentligt försvårad, komplicerad och kostsam mekanisk rening.

Sjöbaserade semislutna system med hårt eller mjukt skal

I sjöbaserade semislutna odlingssystem är fisken instängd i ett hårt eller mjukt yttre hölje (skal) och har ingen direkt kontakt med miljön. Vatten pumpas in i odlingen från valfritt djup under odlingen och leds ut genom specifika avlopp.

Diverse försök har tidigare genomförts med semislutna system för att samla in partikulärt avfall och för närvarande har teknik på experimentstadium för att undgå laxlus i Norge rönt en del uppmärksamhet. De odlingsbehållare som för närvarande testas i Norge utgörs både av mjuka skal i form av duk, eller hårda skal i ex. stål plast eller betong. Laxlus är däremot inget problem i Sverige och de semislutna systemen som har testats har istället inriktats på uppsamling av fekalier och foderrester från botten av kassarna. De nackdelar som framkommit vid tidigare försök är att



Landbaserad anläggning för produktion av sättfisk. Foto: Tina Hedlund

odlingssystemen framförallt blir mycket känsligare för väderpåverkan i form av vind, vågor, vattenströmmar och is med stora risker för haveri som följd.

De semislutna systemen måste därför tåla stora påfrestningar då krafterna från vattenströmmar, vind och vågor mot en tät behållare blir väsentligt större än mot en nätkasse. Om behållaren inte klarar av påfrestningarna riskerar de att gå sönder och/eller sjunka så att ytvatten kan komma in i behållaren eller fisken kan rymma. Odlingssystemen är förhållandevis teknikintensiva jämfört med odling i öppna kassar och förutsätter kontinuerlig pumpning av vatten, att syresättning är möjlig vid behov samt att övrig teknik fungerar. Ett haveri eller driftstopp i anläggningen kan innebära allt från att obehandlat vatten släpps ut i recipienten till att fiskbesättningen dör på grund av försämrade förhållanden om inte nytt syresatt vatten tillförs. Systemen förutsätter härigenom mer omfattande övervakning jämfört med öppna odlingskassar.

De hårda skalen är komplicerade att hantera till följd av storlek, form och vikt. De är även mycket dyra och det har också visat sig uppkomma problem med påväxt av alger på väggarna. De semislutna systemen är dock fortfarande på försöksstadiet och det finns därför ingen kommersiell utrustning som är beprövad och tillgänglig på marknaden ännu.

Slutet system - RAS

I RAS-anläggningar (Recirculation Aquaculture Systems) renas vattnet i olika steg innan det därefter recirkuleras i anläggningen. Graden av recirkulation varierar mellan 50 – 99 % beroende bl.a. på vilken art som odlas, storleken på fisken, vattentillgången och reningstekniken som används i anläggningen. Recirkuleringen innebär att vattenmiljön kan kontrolleras effektivt genom kontroll av olika parametrar som pH, temperatur och salthalt. Samtidigt ställer det stora krav på en effektiv rening av vattnet. Från slutna och recirkulerande system är den direkta miljöpåverkan mindre än från andra odlingstekniker och risken för rymning är i princip obefintlig.

För att bibehålla god vattenkvalitet på det recirkulerade vattnet inom odlingen renas det först genom partikelfilter för att avlägsna partikulärt material i form av foderspill och fekalier. Därefter passerar vattnet ett biofilter för att avlägsna lösta näringsämnen, framförallt kväveföreningar. Löst fosfatfosfor renas däremot inte bort i lika hög grad utan tillförs även fortsättningsvis till recipienten. Innan vattnet kan återföras till odlingen luftas och syresätts vattnet. Bakterierna i ett biofilter har en långsam tillväxt, vilket kräver en mycket god kontroll och stabilitet för bl.a. vattentemperatur, vattentillgång, pH samt näringsbelastningen från odlingen. Näringsbelastningen beror i sin tur på den odlade arten, storleken på fisken, biomassan av fisk i odlingen och utfodringsmängden. Biofiltrets komplexitet och långsamma förändringstakt gör att ändringar i produktionen eller i odlingen måste göras över en längre tid för att bakterierna i filtret ska anpassas efter de nya förhållandena. En hastig förändring skapar en obalans i systemet, vilket kan leda till att biofiltret kollapsar.

Anläggningen är både mycket teknikintensiv och blir helt beroende av att de tekniska systemen fungerar. Anläggningen kräver övervakning av samt reservfunktioner för alla kritiska steg i processen. Driftavbrott eller andra störningar har i befintliga odlingar medfört betydande fiskdödlighet. Vidare är det centralt att personalen utöver att vara kunniga fiskodlare även har goda kunskaper i teknik och vattenkemi.

Även om vattnet passerar ett partikelfilter kommer en viss mängd partiklar att ansamlas i vattnet. Dessa kan inverka negativt på fiskens hälsa i RAS-odlingen och orsaka skador på gälarna som i sin tur försämrar fiskens syreupptagningsförmåga. Partiklarna kan även ge upphov till anoxisk (syrefri) nedbrytning av det organiska materialet vilket leder till jord- eller dysmak på fiskköttet. Av detta skäl är det nödvändigt att fisk som odlas i RAS-anläggningar för konsumtion



Trumfilter utgör det första steget i reningen i en RAS-odling.
Foto: Tina Hedlund

placeras i friskt vatten i upp till 3 veckor före slakt för att bismaken skall försvinna.

Ju högre recirkulationsgrad som används i RAS-anläggningen desto högre blir kostnaderna för investering, installation och drift. Jämfört med andra odlingssystem är RAS-anläggningar mycket energikrävande, bl.a. på grund av allt vatten som pumpas runt i anläggningen och som dessutom måste tempereras, renas, luftas och syresätts. Tempereringen av vattnet är dels till för att maximera tillväxten hos fisken i odlingen men även för att biofiltret ska fungera optimalt. Till detta tillkommer även behov av UV- och ozonbehandling av vattnet för att avlägsna skadliga bakterier och andra patogener, vilket båda är energikrävande processer.

En fördel med odling i RAS-anläggningar jämfört med odling i öppna kassar är emellertid den mindre risken för sjukdomar. Om anläggningen fungerar är odlingsförhållandena i RAS-anläggningarna så pass goda att fisken inte insjuknar, även om det skulle förekomma någon enstaka fiskpatogen eller sjuk fisk i systemet. Dessutom kan smittorisken både från och till vild fisk minimeras genom en god kontroll och behandling av inkommande och utgående vatten. Om ett sjukdomsutbrott ändå skulle inträffa kan det dock få ett mycket snabbt förlopp och i yttersta fall leda till omfattande dödlighet på grund av de höga tätheterna och recirkuleringen av vattnet. Om en allvarigare fisksjukdom drabbar anläggningen är det troligt att det blir aktuellt med en totalsanering. Detta innebär också att den biologiska processen i biofiltret måste byggas upp från början. En uppstart av ett recirkulationssystem tar i allmänhet flera månader i anspråk.

Referenser

- Carlsson, S-Å. 2012. Fosfor från fiskfoder och fekalier. Jämförelse mellan Naturvårdsverkets (1980-talet) och motsvarande nutida studier av foder och fekalier. Vattenresurs. 9 s.
- Erikson, S., Langeland, M., Wikberg, D., Nilsson, J. och Sundell, K. S. Översikt av tekniker för odling av vattenlevande organismer i Sverige – miljöpåverkan, odlingssystem, odlings-arter och foder. (under publicering).
- Handeland S, Calabrese S, Kolarevic J, Breck O, BF, T., 2015. Storskala uttesting av semi-lukket anlegg i sjø for produksjon av postsmolt, in: B. Terjesen (Ed.), Prosjektrapport «Optimalisert Postsmolt Produksjon» (OPP) 2012-2014. Nofima, Sunndalsøra, sid. 107-131.
- Heinen JM, Hankins JA, Weber AL och BJ Watten. 1996. A Semiclosed Recirculating-Water System for High-Density Culture of Rainbow Trout. *The Progressive Fish-Culturist* 58(1): 11-22.
- Heldbo, J, Skøtt Rasmussen, R. och Holdt Løvstad, S. 2013. Bat for fiskeopdræt i Norden, Bedste tilgængelige teknologier for Akvakultur i Norden. *TemaNord* 2013:529. 409 s.
- Langeland, M., Kiessling, A. och Nordberg, G. 2014. Baltic Aquaculture Innovation Centre (BIC)- En fallstudie över BIC i Oskarshamn. 28 s. + 6 Appendix
- Lekang, O.I. 2002. *Teknologi for akvakultur*. ISBN: 9788252917895
- Lekang, O.I. 2013. *Aquaculture engineering*. 2 ed. West Sussex: John Wiley & Sons. Ltd.
- Liltved, H., Vogesang, C., Modah, I och Dannevig, B.H. 2006. High resistance of fish pathogenic viruses to UV irradiation and ozonated seawaters. *Aquaculture Engineering*, 34:72-82.
- Liltved, H., Vogelsang, C., Modahl, I. och Dannevig, B.H. 2006. High resistance of fish pathogenic viruses to UV irradiation and ozonated seawater. *Aquacultural Engineering* 34:72-82.
- Mirzoyan, N. Tal, Y. och Gross, A. 2010. Anaerobic digestion of sludge from intensive recirculating aquaculture systems: review. *Aquaculture* 306: 1–6.
- Murray, F. Bostock, J. och Fletcher, D (2014) Review of recirculation aquaculture system technologies and their commercial application. Stirling Aquaculture, University of Stirling, Scotland, UK.
- Sharrer MJ, Summerfelt ST, Bullock GL, Gleason LE och J Taeuber (2005) Inactivation of bacteria using ultraviolet irradiation in a recirculating salmonid culture system. *Aquacultural Engineering* 33: 135–149
- Terjesen BF, Summerfelt ST, Nerland S, Ulgenes Y, Fjåra SO, Megård Reiten BK, Selset R, Kolarevic J, Brunsvik P, Bäverfjord G, Takle H, Kittelsen AH och T Åsgård (2013) Design, dimensioning, and performance of a research facility for studies on the requirements of fish in RAS environments. *Aquacultural Engineering*, 54(0):49-63
- Ungfors, A., Björnsson, T., Lindegarth, S., Eriksson S. och Sundell, K. S. och Wik. T. 2015. Marin fiskodling på den svenska västkusten: Tekniska lösningar. Vattenbrukscentrum Väst, Göteborgs universitet.
- Vielma J och M Kankainen (2013) Offshore fish farming technology in Baltic Sea production conditions Reports of Aquabest project 10 / 2013 ISBN 978-952-303-064-0
- Wedemeyer GA, Nelson NC och CA Smith (1978) Survival of the salmonid viruses infectious haematopoietic necrosis (IHNV) and infectious pancreatic necrosis (IPNV) in ozonated, chlorinated, and untreated waters. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 35:875-879.
- Wikberg, D., Ekegerd, M. och Hedlund, T. 2017. Bästa tillgängliga teknik för svensk matfiskproduktion av regnbåge och röding. *Odlingsteknik – ekonomi – miljöeffekter*. 18 s.
- Zagarese HE och Williamson CE (2001) The implications of solar UV radiation exposure for fish and fisheries. *Fish* 2: 250–60.
- Zhu S och S Chen (2002) The impact of temperature on nitrification rate in fixed film biofilters. *Aquacultural Engineering*, 26: 221-237.

Webbaserade referenser

Fifax. 2017. <http://www.fifax.ax/om-oss/>

Ålandstidningen. 2017. <https://www.alandstidningen.ax/nyheter/tekniskt-fel-bakom-ny-fiskdod>

Intrafish 2017. <http://www.intrafish.no/nyheter/1300486/mystisk-massedod-hos-langsand-laks>

Nya Åland. 2016. <http://www.nyan.ax/nyheter/fiskdod-pa-fifax/>

Ålands radio och TV. 2017. <http://www.radiotv.ax/nyheter/fifax-drabbad-fiskdod-igen>

Veolia 2016. http://technomaps.veoliawatertechnologies.com/processes/lib/pdfs/productbrochures/_kaldnes_ras_/38_16-CST-OSLAND-EN-ST-1706.pdf

Åbo akademi. 2006. <http://web.abo.fi/instut/fisk/Swe/Odling/recirkulering.htm>

Hushållningssällskapet

Ventilgatan 5 D, 653 45 Karlstad | Telefon 054-54 56 00

Vi har kompetens inom lantbruk, landsbygd, mat och miljö. Vi bedriver försöks- och utvecklingsverksamhet vilket bidrar till att vi alltid kan ge våra kunder den senaste kunskapen. Vår rådgivning är fristående, det vill säga helt fri från kommersiella och partipolitiska intressen. www.hushallningssallskapet.se

Hushållnings
sällskapet

