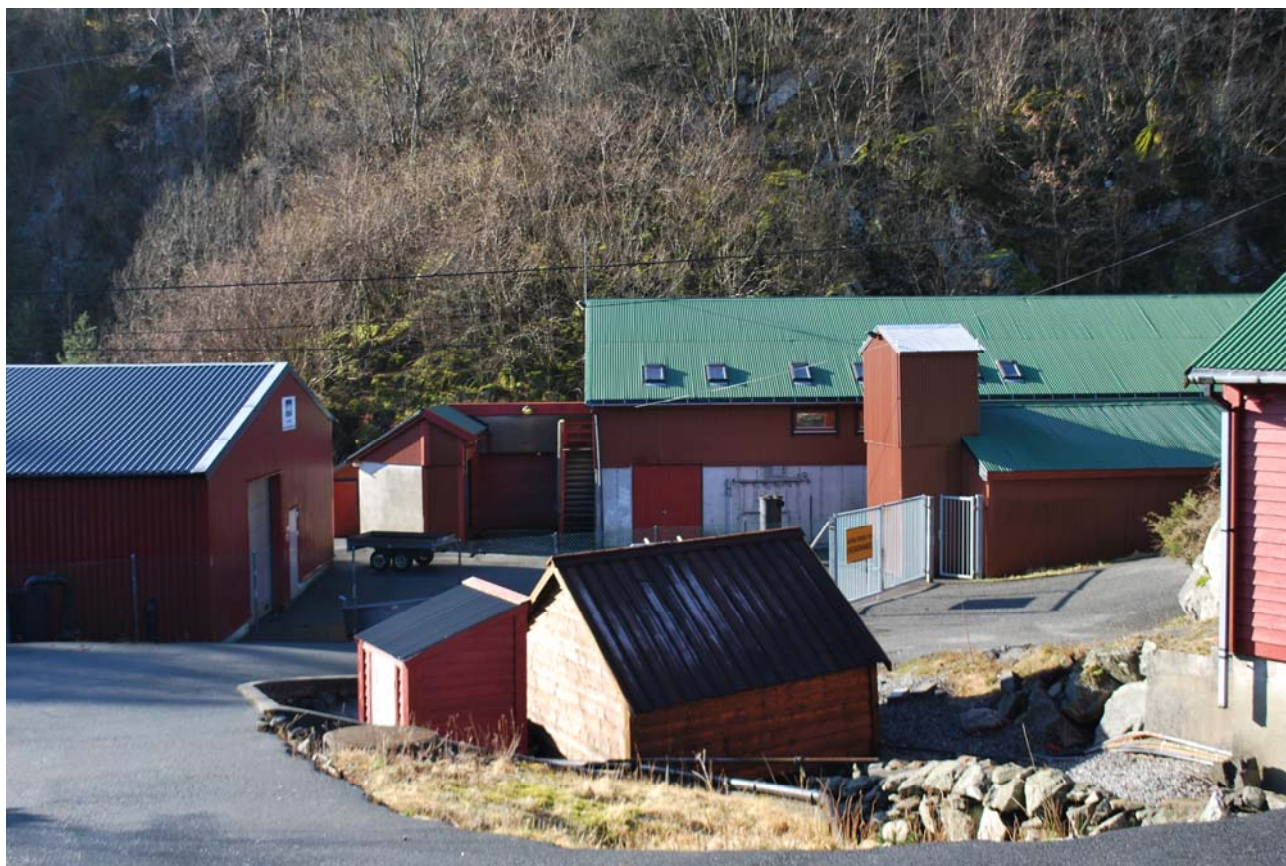


Storskala produksjon av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) for gjenutsetting



Rapport 11. januar- 2013

Per Jakobsen, Tore Bjånesøy og Janhavi Marwaha

**RAPPORTENS TITTEL: Storskala produksjon av elvemusling
(*Margaritifera margaritifera*) for utsetting -2012**

FORFATTERE:

Per Jakobsen, Tore Bjånesøy og Janhavi Marwaha

OPPDRAGSGIVER:

Direktoratet for Naturforvaltning

Tungasletta 2, 7047 Trondheim

OPPDRAGET GITT: 1. Januar 2012 **ARBEIDET UTFØRT:** 2012 **RAPPORT DATO:** 11. januar 2013

EMNEORD:

- Elvemusling
- Kultivering
- Gjenoppbygning av bestander
- Bestandsrettet forvaltning

Universitet i Bergen, Institutt for Biologi, Thormøhlensgt 53 A, N-5007 Bergen

E-mail per.jakobsen@bio.uib.no

Telefon 55584486/56180375

Sammendrag

Elvemuslingen, *Margaritifera margaritifera*, er listet som truet i IUCN rød listen (IUCN, 2011) og er inkludert i Annex ii and v i EUs habitat & arts direktiv. Den har en holarktisk utbredelse med bestander i Europa, Russland og Nord Amerika. Muslingen er karakterisert som en av verdens mest truede ferskvanns evertebrater og er i fare for å bli utryddet i store deler av sitt utbredelsesområde. De viktigste trusselfaktorene er sedimentering, perlefiskerier, tap av vertarter, forurensning, ødeleggelser av leveområdene, eutrofiering, og utbygning av landområder i nedslagsfeltet til vassdrag med elvemusling. De yngste stadiene til muslingen er mest sårbare for sedimentering og forurensning fordi de lever nedgravd i sedimentene de første årene og har derfor mer strikte miljøkrav enn eldre individ av arten.

Det er anslått at store bestander med rekruttering i dag kun finnes i ett femtittalls elver i Canada, Nordvest Russland, Skandinavia, Skottland og noen få enkeltvassdrag i Østerrike, Bavaria, Tsjekkia og Eire. Trolig er dette estimatet feil og Bjørn M. Larsen (pers.med.) har anslått at Norge har rundt regnet 420 bestander av lakse- og auremusling. Disse utgjør trolig mer enn en fjerdedel av alle gjenværende bestander, og følgelig har vi et spesielt nasjonalt ansvar for ivaretagelse av arten. Likevel står omtrent en tredjedel av våre bestander i fare for å bli utryddet som en følge av manglende tilvekst av yngre individer. Vi skiller i dag også mellom to typer av muslinger, som enten bruker aure eller laks som vertorganisme. Larsen m. flere (2011 NINA rapport) viser at auremusling populasjoner har lav genetisk variasjon innad i hver bestand, men store forskjeller mellom populasjoner. Hos laksemusling er dette forholdet motsatt. Spesielt for auremuslingen er det derfor presserende å sikre det genetiske grunnlaget, selv for små populasjoner.

I Norge er rundt regnet 150 bestander utdøende og består kun av eldre individer som ikke har hatt reproduksjon på flere år. For disse bestandene vil kultivering være viktig for å sikre at yngre individer overlever inntil habitatrestaurering fører til reproduksjon in situ. Muslingene må deretter holdes i kultiveringsanlegg inntil de er store nok til å kunne unngå lav vannkvalitet i elvedimentene.

I hele Europa var perlefiske den viktigste trusselen for muslingene, men denne trusselen er i dag minimal siden perlefiske nå er forbudt. Hovedproblemet i dag er mangel på rekruttering, som følge av unge muslingers manglende evne til å overleve i organisk anrikede elvedimentene de første tre til fem år. Sedimentering av organiske komponenter fører til oksygenfattige forhold i elvedimentene. Unge muslinger kveles og dette hemmer rekrutteringen i tredjedelen av våre musling bestander.

Nasjonalt handlingsprogram for elvemusling (2005), ble utviklet som en følge av dette. Andre europeiske land har tilsvarende program og i alle handlingsplanene er nå kultivering av muslingen en viktig del av forvaltningsstrategien. I Norge startet en med forsøksdyrking av muslingen våren 2011 og produksjonsdyrking i 2012. Dette var initiert av Direktoratet for Naturforvaltning. Allerede etter ett år har vi 19 truede musling bestander og ca. 9000 muslinger under kultivering i ett tidligere oppdrettsanlegg for laksesmolt i Austevoll. Så langt har oppdrettsmetodene og anlegget fungert på en svært vellykket måte og produksjonseffektiviteten i anlegget er bedre enn i andre anlegg i Europa. Anlegget er utlånt av Lerøy Vest AS og kan etter at siste byggetrinn er foretatt, romme inntil 80 bestander med elvemusling fordelt over fire årsklasser. Foreløpige vekstresultater tyder på at muslingene etter tre til fire år er store nok til å tilbakeføres til vassdragene de kom fra. Anlegget kan derfor årlig ta inn 20 nye bestander. Den første bestanden fra Haukåsvassdraget i Bergen kommune som ble dyrket i ett pilotprosjekt i 2011, vil bli tilbakeført til vassdraget høsten 2013 eller våren 2014.

Denne rapporten beskriver innsamling og dyrking av elvemusling i prosjektet **Storskala produksjon av Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) for gjenutsetting** for 2012.

BAKGRUNN

Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* var historisk trolig den vanligste muslingen i elvesystemer, med en utbredelse fra arktiske og tempererte områder i Russland, Europa og østlige deler av Nord Amerika (Geist & Auerswald, 2007). I dag er imidlertid elvemuslingen en av de mest kritisk truede muslingene på verdensbasis (Machordom et. al., 2003; Young et. al., 2001). I løpet av de siste hundre årene har de fleste musling bestander blitt redusert med mer enn 90 %, samtidig som flertallet har dødd ut (Geist et. al. 2007). Perlefiskerier, habitatødeleggelser, eutrofiering, forsuring, ødeleggelser av elveløp og lokale reduksjoner av vertsfisk for muslingen, har alle enkeltvis eller i symfoni, bidratt til nedgangen (Bauer et. al., 1980; Bauer, 1988; Beasley & Roberts, 1996; Cosgrove et. al., 2000; Young et. al., 2001; Roberts, 2005; Hartmut & Gerstmann, 2007; Jensen, 2007; Geist et. al., 2010b; Hastie et. al., 2000).

Elvemuslingen, *Margaritifera margaritifera*, er derfor listet som kritisk truet i IUCN rød listen (IUCN, 2011) og er inkludert i Annex II and V i EUs habitat og arts direktiv. Det er anslått at store bestander med rekruttering i dag kun finnes i ett femtital elver i Canada, nordvest Russland, Skandinavia, Skottland og noen få enkeltvassdrag i Østerrike, Bavaria, Tsjekia og Eire (Young et. al., 2001; Skinner et. al., 2003). Trolig er dette estimatet feil og B.M.Larsen (pers.med.) har estimert at Norge fremdeles har rundt regnet 420 bestander av lakse- og auremusling. Disse utgjør mer enn en fjerdedel av alle gjenværende bestander på verdensbasis og følgelig har vi et spesielt nasjonalt ansvar for ivaretagelse av arten. Likevel står omtrent en tredjedel av våre bestander i fare for å bli utryddet som en følge av manglende tilvekst av yngre individer. Vi skiller i dag også mellom to typer av muslinger, som enten bruker aure eller laks som vertsansorgisme (Larsen handlingsplan 2005; Thomas, 2011). Larsen m. flere (2011, NINA rapport) viser også at auremusling populasjoner har lav genetisk variasjon innad i hver bestand, men hver bestand er unik og det er store forskjeller mellom populasjoner. En sannsynlig årsak til dette at meta-populasjonen av auremusling består av demer med liten genetisk utveksling. Hos laksemusling er dette forholdet ikke så tydelig grunnet migrasjon av infisert laks mellom vassdrag. Spesielt for auremuslingen er det derfor presserende å sikre det genetiske grunnlaget, selv for små populasjoner. Dette for å hindre tap av sjeldne gener og å opprettholde tilpasningspotensialet for hver bestand. Mer omfattende genetisk kartlegging vil vise dette.

Nær sagt alle utdøende elvemusling bestander består av eldre individer som ikke har hatt reproduksjon på flere år (Bauer, 1980; Bauer et. al., 1980; Beasley et. al., 1998; Rudzite, 2004; Cosgrove et. al., 2000). For disse bestandene er kultivering eller ex situ oppbevaring viktig for å forhindre tap av unikt genetisk materiale og for å sikre at yngre individer overlever, inntil habitatrestaurering fører til reproduksjon in situ.

Muslingene kan fremdeles produsere infektive muslinglarver, men hovedproblemet er mangel på rekruttering, som følge av unge muslingers manglende evne til å overleve i organisk anrikede elvedeponier de første tre til fem år. Sedimentering av organiske komponenter fører til oksygenfattige forhold i elvedeponiene og hemmer rekrutteringen i en tredjedel av Norges musling populasjoner. Hvis ikke disse bestandene får nye rekrutter vil de dø ut i løpet av noen tiår. Elvesubstratet må være anrikt med en riktig mengde med organiske partikler, slik at unge muslinger kan finne mat, men hvis substratet er anrikt med for mye organisk nedbrytbart materiale, kan dette redusere vanntransporten i substratet, samtidig som nedbrytingen vil konsumere oksygen. Dette kan føre til kvelning av unge nedgravde muslinger (Buddensiek, 1995; McGraw-Hill, 2002). Arten fungerer også som flaggskipart, nøkkelart og paraplyart samtidig (Gum et. al., 2011). Muslingen har en viktig rolle som renseorganisme, allokterer næringspartikler fra frie vannmasser til den bunnlevende faunaen og reduserer sedimentering av fine partikler til elvesubstratet. På grunn av dette tenker en seg at når bestandene av muslinger kommer under ett gitt nivå vil den negative bestandsutviklingen

fortsette. De yngste stadiene, som lever i elvesubstratet de fem første årene av livet, vil ikke lengre får tilrettelagt sitt levested av eldre muslinger (Geist pers.med.). Dette kalles *Alle* effekten (Alle, 1930). Overlevelse av unge muslinger i elvesubstratet blir også vurdert som en viktig indikator for miljøkvalitet i elvebunnen (Cosgrove et. al., 2007, 2007; Geist & Auerswald, 2007). Inntil miljøsituasjonen i berørte vassdrag bedres, er forvaltningen av arten avhengig av ex situ kultivering av elvemusling.

I likhet med en rekke andre land har vi tatt mål av oss til å kultivere muslinger. Dette foregår i ett smoltoppdrettsanlegg på Austevoll, Storebø, utlånt av Lerøy Vest A/S. Vi har gjennom ett pilotprosjekt for 2011 og ett større prosjekt i 2012, vist at det er fullt mulig å kultivere elvemusling over de mest sårbare stadiene, slik at de kan tilbakeføres til de bestandene de var høstet fra. Tilsvarende program har med suksess også vært igangsatt i den Tsjekkiske Republikk, Tyskland, Storbritannia, Nord Irland og Luxemburg. Disse har allerede oppdrettet 80.000 muslinger, hvorav 35.000 er tilbakeført til elvene de kom fra. Nye kultiveringsprosjekter har også nylig startet i Spania, Frankrike og Østerrike.

INNSAMLING

Innsamling av muslinger til kultivering

Menneskelig aktivitet har en enorm innflytelse på alle nivåer av biodiversitet, men påvirkningen blir mest åpenbar for folk flest når de blir vitne til habitattap, artsutrydding, ødeleggelser av organismesamfunn og forurensede eller ellers ødelagte økosystem. Menneskets innvirkning på genetisk variasjon hos en art er minst iøynefallende og derfor minst prioritert. Genetisk variasjon er imidlertid det mest grunnleggende nivået i biodiversitet, noe som øker og ikke reduserer viktigheten. Uten variasjon har bestander ikke evolusjon og derfor lav tilpasningsevne til varierende omgivelser.

Norge er trolig en hot-spot for elvemuslingen fordi vi fremdeles har regioner med intakte metapopulasjoner av elvemuslinger. Slike metapopulasjoner består av demer eller bestander av muslinger som har relativt lik innvandringshistorie, men som grunnet lav genetisk utveksling har utviklet lokale tilpasninger. Generelt er lokal tilpasning en egenskap hos metapopulasjonen som helhet og det antas at lokaltilpasning har en genetisk basis. Den måler tilstrekkeligheten av romlig variasjon innenfor ett område og fordelingen av tilpasset genetisk variasjon (Gandon & Michalakis, 2002). Elvemusling har stor genetisk variasjon mellom bestander (Machordom et. al., 2003). Dette gjelder også innenfor relativt små regioner (Geist & Kuehn 2005; Bouza et.al., 2007). Områder som er blitt kolonisert siden siste istid har stor variasjon, noe som både kan indikere multiple innvandringer og genetisk drift i enkeltbestander (Geist & Kuehn, 2008, Geist et. al., 2009). Lokale tilpasninger burde derfor være særlig uttalt blant auremusling bestander som har lokale verter. Innsamling av muslinger fra hver lokalitet må derfor foretas på en slik måte at den ivaretar den genetiske variasjonen som finnes i den gjenværende moder bestanden, samtidig som en bør unngå utavlseffekter ved å blande lokalt tilpassede populasjoner.

Innsamlingsmetodikk

Den mest naturlige måten å samle muslinger for kultivering på, er å fiske naturlig infisert fisk fra aktuelle populasjoner som en ønsker å dyrke. Deretter må fisken sendes til anlegget for høsting av muslinger. På denne måten vil en få frem muslinger som har vokst opp på den naturlige vertspopulasjonen og senere utsetninger blir følgelig fra muslinger som er coevolusjonært tilpasset verten i den lokaliteten de skal tilbakeføres til. Samtidig unngår en å påvirke eksisterende muslinger i bestanden. De praktiske problemene med denne metoden er at en er avhengig av at det finnes nok fisk

i lokaliteten og at fisket vanskeliggjøres av ugunstige meteorologiske forhold i innsamlingsperioden. De kultiverte muslingene som vi har i anlegget fra 2012 er høstet fra fisk fanget med elektrofiske. Dette er en god metode i noen lokaliteter. Fisket fra Trøndelag har vært svært vellykket og vi har høstet mellom 182 og 3484 muslinger fra disse populasjonene. I Hordaland har også fisket vært vellykket, men antallet muslinger per fisk har gjennomgående vært lavere. På Øst- og Sørlandet har denne metoden ikke vist seg å fungere i 2012. Det kan være flere årsaker til dette. En mulighet er at de store nedbørsmengdene høsten 2011 førte til infeksjonsuår for muslingen. Videre er tettheten av vertsfisk normalt lavere i Østlands- og Sørlandselver, fordi auren konkurrerer med andre fiskeslag og har flere predatorer. Da de infektive glochidielarvene spres fritt i vannmassene, kan en imidlertid ikke forvente at intensitet og prevalens av glochidier på fiskegjellene er en funksjon av fisketetthet. Infeksjonsuår er derfor den mest plausible forklaringen. Vi har stort sett benyttet oss av medarbeidere som har lang erfaring med innsamling av elvemusling. Erfaring og kompetanse hos personalet som har høstet inn fisken kan imidlertid i noen få sammenhenger ha hatt betydning. En er også avhengig av perioder med lav nedbør for at fisket skal være effektivt. Dette kan ha påvirket resultatene. Tilsammen ble det fisket i 67 forskjellige lokaliteter, men bare 15 av disse populasjonene hadde nok muslinger til at det var av interesse å ta dem inn i anlegget. Bortsett fra 5 fisk fra Rausjøbekken i Enebakk kommune, var alle disse fra Ryfylke, Hordaland og Trøndelagsfylkene.



Fig. 1 Viser unge muslinger på gjellen til kunstig infisert aure fra Haukåsvassdraget

Musling fra elektrofisket fisk våren 2012 (innlagt i anlegget)

Rogaland

Lerangsbekken (232 muslinger)

Ereviksbekken (Skeiviksbekken) (237 muslinger)

Kvassheimsåna (Hå kommune) (15 muslinger)

Steinslandselva (Hjelmeland) (376 muslinger)

Hordaland

Haukåsvassdraget (351 muslinger)
Hopselva (313 muslinger)
Fossa (332 muslinger)
Åreidselva (392 muslinger)

Trøndelagsfylkene

Fossingelva (Hopla) (857 muslinger)
Slira (3484 muslinger)
Tylda (1780 muslinger)
Sagelva (182 muslinger)
Dragstelva (3482 muslinger)

Oppland

Lomsdalselva (3 muslinger)

Oslo Akershus

Rausjøbekken (30 muslinger)

Infeksjoner i felt

I prosjektet har det også vært gjennomført infeksjoner i felt. I Trøndelag har Fylkesmannen i Nord Trøndelag og Marine Harvest A/S avd. Snillfjord, stått for infeksjonsforsøkene og i Hordaland har Bergen kommune, Fylkesmannen i Hordaland, Rådgivende Biologer, Michael Lange (Das Lebensministerium, Sachsen) og Universitetet i Bergen gjennomført infeksjonene. Vertsfisk og musling har vært holdt sammen i lukkede kar om høsten under glochidieslippet.

Dette har vist seg som en svært vellykket metode i de fleste tilfeller og nærmere tre hundre fisk med intensiteter på flere hundre muslinger er nå trygt plassert i anlegget fra Haukåsvassdraget og Slørdalsvassdraget. I Lenna (Nord-Trøndelag) har vi lavere infeksjoner, men bare 11 gjenværende muslinger ble brukt til denne infeksjonen. I Lone elva i Hordaland fant vi ikke infeksjoner på fisken til tross for at infeksjonen gikk over mer enn seks uker. Årsaken til dette er ukjent, men det kan tenkes at muslingen her ikke produserte glochidielarver i 2012 (Bauer, 1987), eller at muslingen er en laksemusling.

Metoden er arbeidskrevende fordi den krever hyppig oppfølging, spesielt i flomelver. Selv om kun gravide muslinger blir brukt under disse infeksjonene er det usikkert hvor mange mødre som er opphav til avkomsgenerasjonen. Det er også uklart om allefrekvensene i avkommet samsvarer med moderpopulasjonen. Det er imidlertid tatt ut genetiske prøver av morpopulasjonen fra infeksjonen i Haukåsvassdraget i 2011. Disse vil bli sammenlignet med kultiverte muslinger og gi svar på dette. I tillegg til at en benytter coevolvert fisk og musling, er en klar fordel med metoden at en kan få anriket store mengder med muslinger på fisken som blir eksponert.

Følgende populasjoner er infiserte i felt

Lenna (estimert ca. 100 muslinger til høsting våren 2013)
Slørdalselva (estimert mer enn 10.000 muslinger til høsting våren 2013)
Haukåsvassdraget (estimert mer enn 5000 muslinger til høsting våren 2013)

Infeksjoner i anlegget

Inntak av voksne muslinger fra truede populasjoner er i utgangspunktet ikke ønskelig da muslingene ikke kan tilbakeføres til vassdraget, grunnet smitterisiko. I tilfeller hvor belastningen på økosystemet er så stort at det er umiddelbar fare for ekstinksjon kan det likevel være nødvendig å holde en mor musling bestand som kan infisere fisk i kultiveringsanlegget. Det er anbefalt å holde mellom 20 og 50 muslinger fra hver bestand for å sikre at både hunner og hanner er representerte i avlsbestanden. Bauer et. al. (1987) har også vist at muslinger ikke reproducerer hvert år. For å bevare den genetiske diversiteten er det også fordelaktig at muslingene samles flere steder i moderlokaliteten. Samtidig må en være observant på at utavl kan ha negative konsekvenser hvis den genetiske forskjellen er for stor mellom individene (Jones et. al., 2006). I anlegget holdes de voksne muslingene i kunstige elver, og her må avstanden mellom muslingene være liten for å sikre befruktning av egg. Österling et.al. (2008) viste at glochidiemengden var relatert til tettheten av muslinger lokalt. Likeså må avstanden til avrenningspunktet hvor glochidielarver renner ut være liten for å infisere fisk.

Vi har tre populasjoner av voksne muslinger i anlegget. Disse Trønderske populasjonene kom imidlertid fra så ekstremt forurensede habitat at risikoen for ekstinksjon var overhengende. Ingen muslinger har dødd under frakt eller i anlegget. Disse blir nå foret med alger (blanding av Shellfish 1800, Nano 3600 og Spirulina). Ansamlinger av fæces rundt hver musling viser at de tar til seg mat. To av populasjonene fra Semselva og Utvikelva var i god form ved ankomst og har infisert aure i anlegget. Lenna (Nord-Trøndelag) populasjonen, som kom først til anlegget var imidlertid i svært dårlig forfatning ved ankomst og en del av individene hadde vanskeligheter med å lukke skallet. Disse er nå restituerte og vi har heller ikke hatt dødelighet i denne populasjonen. Imidlertid har disse ikke sluppet glochidielarver. Infeksjon av fisk fra Lenna populasjonen må derfor vente til høsten 2013.

Følgende populasjoner er infisert i anlegget

Lena (ingen slipp av glochidier)

Utvikelva (infisert aure, høsting våren 2013)

Semselva (Infisert aure, høsting våren 2013)

Innsamling av glochidier direkte fra musling i felt

En siste metode som har vært mye brukt i Tyskland er oppsamling av infektive muslinglarver under gyting for senere infeksjon i kultiveringsanlegg. Dette er en relativt sikker metode, da gyting lett kan induseres i felt. De infektive muslinglarvene som lever i ca. 48 timer, kan dermed lett fraktes til anlegget og infisere aure eller laks avhengig av vertspreferanse. Samtidig kan en få tilgang til store mengder muslinger. Dette er prøvd i prosjektet med vellykket resultat fra Haukåsvassdraget (Bergen) i 2012. En trenger heller ikke å ta inn villfisk til anlegget, noe som reduserer smitterisiko og fiskevelferdsproblemer forbundet med frakt. Vanskeligheten med denne metoden er at en må kjenne nøyaktig tidspunkt for glochidieslipp for hver enkelt bestand. I ekstreme tilfeller, slik vi har observert for Lenaelva i Nord-Trøndelag og Loneelva i Hordaland, kan det også være nødvendig å kondisjonere morderne før høsting av larver. For å få denne kunnskapen kreves kompetanse, opplæring og en tett oppfølging av den enkelte populasjonen. Metoden er derfor svært arbeidskrevende og kan kun brukes på relativt få bestander. Prosjektet ønsker å prøve denne metoden på elvemuslingen i Loneelven (Hordaland) i 2013.

Oppsummering innsamling

Metoden som brukes bør tilpasses hver enkelt elv. Elektrofiske som metode kan brukes i noen elver der tilgangen på infisert fisk er relativt høy, som langs kysten fra Vestlandet og nordover. Unntatt er Sogn og Fjordane der det må foretas kunstig infeksjon i felt. I Øst- og Sørlandsregionene hvor elektrofiske erfaringsmessig ikke fungerer godt som metode, er det nødvendig å bruke infeksjoner i felt som innsamlingsmetode for muslingene. Fordelen med kunstig infeksjon som metode er at en kan høste store antall muslinger fra hver lokalitet. I elver hvor en ikke har tilgang til vertsressurser må en samle glochidielarver. Dette krever kompetanse, tilgang på optikk for å bestemme utviklingsstadier og tett oppfølging av den enkelte populasjonen. Vi har i dag utstyret som er nødvendig for dette, men det vil likevel påløpe forsendelseskostnader, reiser og innleid hjelp.

KULTIVERING

Kultivering av unge muslinger

Den opprinnelige metoden til å dyrke muslinger på ble utviklet av Hruška (1999,2001). Grovt kan Hruška metoden beskrives som følger:

- (i) Hold av infisert fisk under kontrollerte betingelser
- (ii) Daglig innsamling av nye muslinger etter at de har brutt cysten på gjellene til vertsfisken.
- (iii) Laboratorie pre-kulturer i plastbokser uten vanngjennomstrømning. Muslingene spiser organisk detritus (mudder)
- (iv) Overføring av unge muslinger til små kasser som blir plassert i elver eller renner med gjennomstrømning av vann.

Ved å bruke denne relativt arbeidskrevende metoden har Hruškas gruppe produsert mer enn 40.000 tre år gamle muslinger beregnet for utsetting (Spisar, pers. med. 2012).

Hruška metoden har også vært brukt av M. Lange fra Sachsen i Tyskland, med noen få modifikasjoner i dietten de første månedene for å øke matkvaliteten. Rundt regnet 35.000 flere år gamle muslinger var frem til 2011 tilbakeført til elver i den Tjekkiske Republikk og Sachsen, Tyskland (Gum et.al., 2011) og ytterlige 10.000 har vært utsatt i løpet av 2012. Spesielt foringen av muslingen de første månedene har vært gjenstand for oppmerksomhet, og Frankie Thielen's gruppe ved Universitetet i Luxemburg (Luxemburg, EU lifeproject) har utviklet nye og bedre dietter. Ved å bruke spesielt mudder fra våtmarksområder rundt elvene og tilføre kommersielle marine alger utviklet for østersproduksjon (Shellfish 1800 og Nano), har de økt overlevelsen og veksten av unge elvemuslinger betydelig (Eybe & Thielen, 2010). Eybe & Thielen (2010) viste også at mudderet reduserer giftige komponenter og at skadelige nedbrytningsstoffer fra foret, som nitritt og ammonium bindes opp og blir deaktivert. Det er dette som gjør det mulig å dyrke muslingen i bokser uten vanngjennomstrømning.

I dette prosjektet startet kultivering av elvemusling i 2011 i samarbeid med M. Lange (Lebensministerium, Sachsen, Tyskland) og Bjørn M. Larsen (NINA Trondheim). Metodene som ble brukt var de samme som Hruška metoden, men diettsammensetningen var modifisert. Forsøk viste at en fikk best vekst og overlevelse med diett bestående av mudder samlet i aerobe omgivelser og med algetilsetning bestående av Nano 3600 og Shellfish 1800 (begge fra ReedMariculture Inc., USA). Nano 3600 (Nanno) består av *Nannochloropsis* med en diameter på 1-2 µm og Shellfish 1800 (SFD) er en blanding av forskjellige alger som (*Isochrysis, Pavlova, Thalassiosira weissflogii, Tetraselmis*)

med diameter på 5-20 μm . I tillegg foret vi dem med cyanobakterien *Spirulina sp.* som ble suspendert i næringsløsning til 50 % bestod som enkeltceller. En masterstudent ved UiB (Janette Gramstad) arbeider for tiden med vekstforsøk og preferanseforsøk på ulike dietter for ytterligere å optimalisere metodene.



Fig. 2 Bildet viser egnet område for mudderinnsamling. Mudderet er relativt mørkt, luktfritt og uten jernforbindelser.



Fig. 3 Bildet viser høstingsenhetene i anlegget. Karene inneholder glochidieinfisert fisk. Karene har kontinuerlig gjennomstrømning av vann og når muslingene bryter cystene på gjellene på fisken, vaskes de ned i en sil hvor de blir høstet.



Fig. 4 Bildet viser nysilte muslinger.

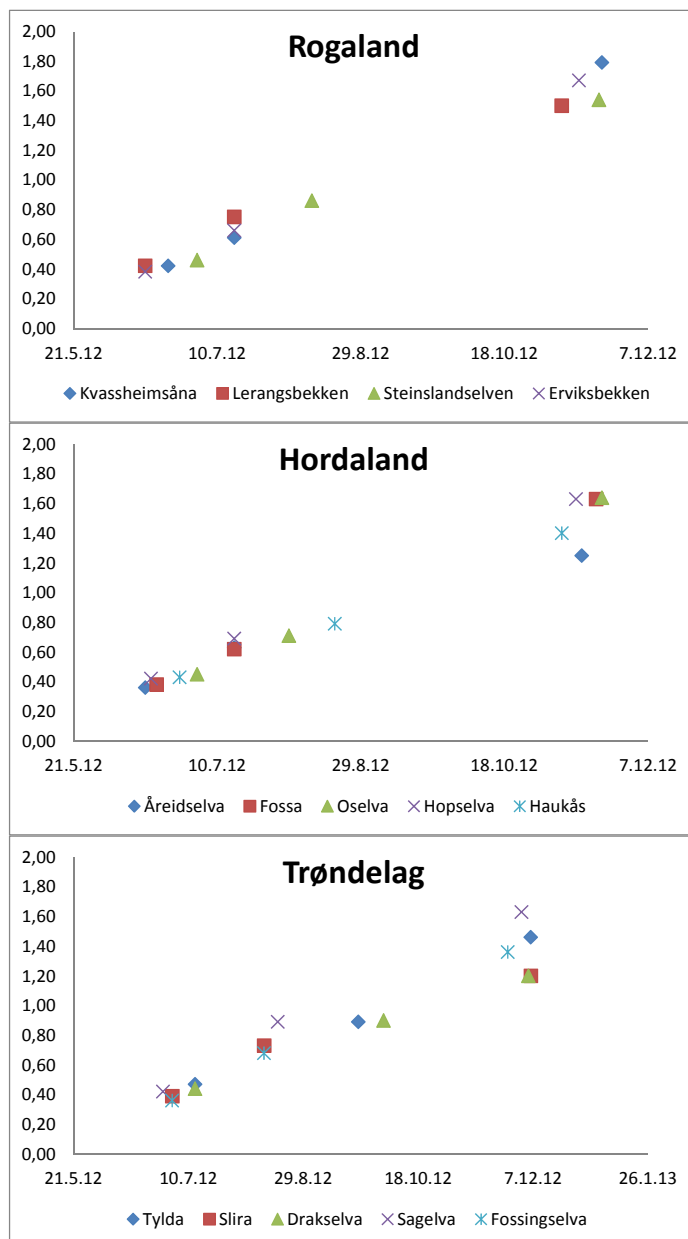


Fig. 5 Vekst av unge muslinger 2012

Overføring av muslinger til kunstige elvesystemer og overvintring

Med tidligere brukte metoder dør 50-100 % av muslingene i løpet av sin første vinter. Vinterstallingen av muslinger er dermed den andre store flaskehalsen i kultivering. De fleste kultiveringsanlegg har brukt renner, perforerte bokser eller plexiglassplater dekket med planktonduk for å oppbevare muslingene første året. Vekst og overlevelse under tidlig kultivering synes å være en svært viktig suksessfaktor for overlevelse under vinterstalling (Buddensieck, 1995). I følge Lange og Selheim (2011) må muslingene ha hatt en tidlig vekst til minst 1mm skall-lengde som en terskelverdi for å ha en mulighet til å overleve første vinteren. Mye tyder også på at mindre muslinger må ha en biofilm å spise på første vinteren. Buddensieck (1997) fant at hvis kamrene i plexiglass platene han brukte til vinterstalling var fylt 2/3 med organisk materiale var overlevelsen høyest. Høyere anrikning ga svært lav overlevelse. Muslinger under 2mm er avhengige av å bruke foten for å finne mat og følgelig avhengige av sedimenter. Når muslingen har oppnådd en størrelse på 2mm eller mer er det imidlertid antatt at de også kan filtrere matpartikler fra vannsøylen. En masterstudent ved UiB (Eivind Schartum)

studerer for tiden utviklingen av filterapparatet hos elvemusling for å kunne bestemme optimalt utsettingstidspunkt. På basis av dette valgte vi derfor å vente til muslingene hadde oppnådd en skall- lengde på oppimot 2mm før vi overførte dem til vinterstallingsenhetene. For å redusere risiko samt kunne kontrollere temperatur, vannkvalitet og mattilgang har vi som en erstatning for tidligere utviklede systemer, brukt resirkulasjonssystemer med våtmarksfilter drevet av plantelys. Ved å høste ut planter fra våtmarksfilteret, fjerner vi nitrogen og fosfor som tilføres gjennom foringen. Samtidig produseres det alger og organisk stoffer som i tillegg til foringen bidrar som matkilde.

Resultatene fra denne første vinterstallingen er svært lovende og dødeligheten på muslingene har gjennom første vinteren kun vært 4%. Veksten har også vært svært god og muslingene fra de kunstige elvene er nå 5,6mm store. Muslinger som fortsatt går i boks system fra pre-kulturene har også vokst godt, men er med sine 3,9mm signifikant mindre (Fig. 6). Muslinger fra 2012 generasjonen vil bli satt til vinterstalling i løpet av mars 2013.

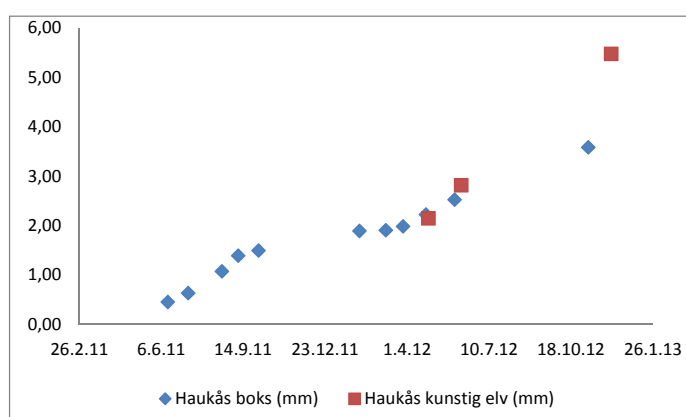


Fig. 6 Vekst av Haukåsmusling 2011-2012

Referanser

- Aldridge, D.C. & McIvor, A.L. 2003. Gill evacuation and release of glochidia by *Unio pictorum* and *Unio tumidus* (Bivalvia: Unionidae) under thermal and hypoxic stress. *Journal of Molluscan Studies* **69**, 55-59.
- Álvarez-Claudio, C., García-Rovés, P., Ocharan, R., Cabal, J.A., Ocharan, F.J. & Álvarez, M.A. 2000 A new record of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia, Unionoida) from the River Narcea (Asturias, north-western Spain). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **10**, 93-102.
- Altmüller, R. & Dettmer, R. 2001 Erhaltungsmassnahmen für die Flussperlmuschel in der Lüneburger Heide: Ein Situationsbericht. In: *Die Flussperlmuschel in Europa: Bestandssituation und Schutzmassnahmen*. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wasserwirtschaftsamt. Hoff, p146-156.
- Barnhart, M.C. 2006 Buckets of muckets: A compact system for rearing juvenile freshwater mussels. *Aquaculture* **254**, 227-233.
- Bauer, G. 1979 Studies on the reproduction biology of the Freshwater Pearl Mussel (*Margaritina margaritifera*) in the Fichtelbirge. *Archiv für Hydrobiologie* **85**, 152-165.

- Bauer, G. 1980 The status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in the south of its European Range. *Biological Conservation* **38**, 1-9.
- Bauer, G. 1983 Age structure, age specific mortality rates and population trend of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in North Bavaria. *Archiv für Hydrobiologie* **98**, 523-532.
- Bauer, G. 1987a Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Journal of Animal Ecology* **56**, 691-704.
- Bauer, G. 1988 Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. *Biological Conservation* **45**, 239-253.
- Bauer, G. 1998 Allocation policy of female freshwater mussels. *Oecologia* **117**, 90-94.
- Beasley, C.R. & Roberts, D. 1996 The current distribution and status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. 1758 in north-west Ireland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **6**, 169-177.
- Beasley, C.R., Roberts, D. & Mackie, T.G. 1998. Does the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. face extinction in Northern Ireland? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **8**, 265-272.
- Beaty, B.B. & Neves, R.J. 2004 Use of a natural river water flow-through culture system for rearing juvenile freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) and evaluation of the effects of substrate size, temperature and stocking density. *American Malacological Bulletin* **19**, 15-23.
- Bishop, C.D., Hudson, R. & Farris, J.L. 2007 Propagation and Culture of Freshwater Mussels. In: *Freshwater Bivalve Toxicology* (eds J.L. Farris & J.H. Van Hassel), pp 65-94. CRC Press & The Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Florida, USA.
- Buddensiek, V., Engel, H., Fleischauer-Rössing, S. & Wächtler, K. 1993 Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediments of bivalve habitats in several northern German lowland waters. II: Microhabitats of *Margaritifera margaritifera* L., *Unio crassus* (Philipsson) and *Unio tumidus* Philipsson. *Archiv für Hydrobiologie* **127**, 151-166.
- Buddensiek, V. 1995 The culture of juvenile fresh-water pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages - a contribution to conservation programs and the knowledge of habitat requirements. *Biological Conservation* **74**, 33-40.
- Cosgrove, P. J., Young, M. R., Hastie, L. C., Gaywood, M. & Boon, P. J. 2000 The status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* Linn. in Scotland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **10**, 197-208.
- Dimock, R. V., Jr. 2000 Oxygen consumption by juvenile *Pyganodon cataracta* (Bivalvia: Unionidae) in response to declining oxygen tension. In *Freshwater Mollusk Symposia Proceedings. Part I.* (ed. R. A. Tankersley, D. I. Warmolts, G. T. Watters, B. J. Armitage, P. D. Johnson & R. S. Butler), pp. 1-8. Ohio Biological Survey Special Publication, Columbus, Ohio.
- Dunn, H. L. & Sietman, B. E. 1997 Guidelines used in four geographically diverse unionid relocations. In *Proceedings of an UMRCC Symposium. Conservation and Management of Freshwater Mussels II. Initiatives for the Future* (ed. K. S. Cummings, A. C. Buchanan, C. A. Mayer & T. J. Naimo), pp. 176-183. St Louis, 50 CCW Contract Science No. 849

Missouri: Upper Mississippi River Conservation Committee.

Eads, C. B. & Layzer, J. B. 2002 How to pick your mussels out of a crowd: using fluorescence to mark juvenile freshwater mussels. *Journal of the North American Benthological Society* **21**, 476-486.

Gandon Andon & Y. Michalakij . Evolutionary Biology 15 (2002) 451–

Gatenby, C. M., Neves, R. J. & Parker, B. C. 1996 Influence of sediment and algal food on cultured juvenile freshwater mussels. *Journal of the North American Benthological Society* **15**, 597-609.

Gatenby, C. M., Parker, B. C. & Neves, R. J. 1997 Growth and survival of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Lea, 1829) (Bivalvia : Unionidae), reared on algal diets and sediment. *American Malacological Bulletin* **14**, 57-66.

Geist J. & Auerswald, K. 2007 Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology* **52**, 2299-2316.

Gittings, T., O'Keefe, D., Gallagher, F., Finn, J. & O'Mahony, T. 1998 Longitudinal variation in abundance of a freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* population in relation to riverine habitats. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* **98B**, 171-178.

Gosling, E. 2003 *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.

Harsányi, A. 1999 Nahrungsbiologie, Ernährung und Aufzucht von Jungtieren der Flußperlmuschel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus). *Heldia* **4/6**, S. 61-68, Tafel 1.

Harmut, F. & Gerstmann, S. 2007 Declining populations of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) are burdened with heavy metals and DDT/DDE. *Ambio* **36**, 571-574.

Hastie, L.C., Boon, P.J. & Young, M.R. 2000 Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia* **429**, 59-71.

Hastie, L.C. & Young, M.R. 2003 Conservation of the Freshwater Peal Mussel. 1. Captive Breeding Techniques. Conserving Natura 2000 Rivers Conservation Techniques Series No. 2. English Nature, Peterborough. URL:

<http://naturalengland.communisis.com/naturalenglandshop/docs/mussel-captive-breeding.pdf>

Henley, W. F., Zimmerman, L. L. & Neves, R. J. 2001 Design and evaluation of recirculating water systems for maintenance and propagation of freshwater mussels. *North American Journal of Aquaculture* **63**, 144-155.

Hruška, J. 1992 The freshwater pearl mussel in South Bohemia: Evaluation of the effect of temperature on reproduction, growth and age structure of the population. *Archiv für Hydrobiologie* **126**, 181-191.

Hruška, J. 1999 Nahrungsansprüche der Flussperlmuschel und deren halbnatürliche Aufzucht in der Tschechischen Republik. *Heldia* **4/6**, 69-79, Tafel 2-5.

Hudson, R. G. & Isom, B. G. 1984 Rearing juveniles of freshwater mussels (Unionidae) in a laboratory setting. *Nautilus* **98**, 129-135.

IUCN, 2008 *IUCN Red List of Threatened Species*. <<http://www.iucnredlist.org>>.

- Jensen, A. 2007 Is there a link between forestry and the decline of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in central Sweden? Degree Thesis, Dep't of Biology, Karlstads Universitet, Sweden.
- Jokela, J., Uotila, L. & Taskinen, J. 1993 Effects of the castrating trematode parasite *Rhipidocotyle fennica* on energy allocation of fresh-water clam *Anodonta piscinalis*. *Ecology* **7**, 332-338.
- Jones, J. W. & Neves, R. J. 2002 Life history and propagation of the endangered fanshell pearlymussel, *Cyprogenia stegaria* Rafinesque (Bivalvia : Unionidae). *Journal of the North American Benthological Society* **21**, 76-88.
- Jones, J.W., Hallerman, E.M. & Neves, R.J. 2006 Genetic management guidelines for captive propagation of freshwater mussels (Unionoidea). *Journal of Shellfish Research* **25**, 527-535.
- Jørgensen, C. B., Kiorboe, T., Møhlenberg, F. & Riisgård, H. U. 1984 Ciliary and mucus-net filter feeding, with special reference to fluid mechanical characteristics. *Marine Ecology - Progress Series* **15**, 283-292.
- Kennedy, E. L. 2006 An experimental approach to the culture of the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) (L.): Nutritional and environmental requirements of adult and juvenile mussels for conservation and restoration purposes. Thesis, Dep't Biology Sciences, University of Wales, Swansea.
- Lange, M. 2005 Experiences with the rearing of freshwater pearl mussels within the Interreg III A Project, "Flussperlmuschel Drielandereck". In: Proceedings from the Workshop "Pearl Mussel Conservation and River Restoration", 15-16 November 2005, in Bad Elster Germany (Vandré, R. 7 & Schmidt, C. eds.). Bezirk Oberfranken & Anglervverband Südsachsen Mulde/Elster e.V. URL: <http://www.life.bezirk-oberfranken.de/proclow.pdf>
- McIvor, A. L. 2004. *Freshwater mussels as biofilters*. PhD Thesis, Department of Zoology, University of Cambridge, Cambridge, UK. URL: <http://www.ourearth.co.uk/annamcivor/thesis.html>.
- Nichols, S. J. & Garling, D. 2000 Food-web dynamics and trophic-level interactions in a multispecies community of freshwater unionids. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* **78**, 871-882.
- O'Beirn, F. X., Neves, R. J. & Steg, M. B. 1998 Survival and growth of juvenile freshwater mussels (Unionidae) in a recirculating aquaculture system. *American Malacological Bulletin* **14**, 165-171.
- Österling, E.M., Greenberg, L.A. & Arvidsson, B.L. 2008 Relationship of biotic and abiotic factors to recruitment patterns in *Margaritifera margaritifera*. *Biological Conservation* **141**, 1365-1370.
- Outeiro, A., Ondina, P., Fernández, C., Amaro, R. & San Miguel, E. 2008 Population density and age structure of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*, in two Iberian rivers. *Freshwater Biology* **53**, 485-496. 51 CCW Contract Science No. 849
- Pekkarinen, M. & Valovirta, I. 1996 Anatomy of the glochidia of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Archiv für Hydrobiologie* **137**, 411-423.

- Preston, S. J., Roberts, D., Portig, A. 2002 Culturing freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Northern Ireland. A first step towards the re-introduction of a threatened species. Phase I - The development of techniques to mass culture *M. margaritifera* and the re-introduction of freshwater pearl mussel to a river with historical but no current records of *M. margaritifera*. Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research Report SR(02) 02, Edinburgh, 56pp.
- Preston, S. J., Keys, A. & Roberts, D. 2007 Culturing freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*: a breakthrough in the conservation of an endangered species. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **17**, 539-649.
- Roberts, D. 2005 Developing extensive cultivation systems for the restoration of *Margaritifera margaritifera* in Northern Ireland. In: Proceedings from the Workshop "Pearl Mussel Conservation and River Restoration", 15-16 November 2005, in Bad Elster Germany (Vandré, R. 7 & Schmidt, C. eds.). Bezirk Oberfranken & Anglerverband Südsachsen Mulde/Elster e.V. URL: <http://www.life.bezirk-oberfranken.de/proclow.pdf>
- Rudzite, M. 2004 Distribution of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus 1758) in Latvia in relation to water quality. *Acta Universitatis Latviensis, Biology* **676**, 79-85.
- Scheder, C. & Gumpinger, C. 2008 Semi-Natural rearing of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in upper Austria – successes and setbacks. Presentation given at the International Seminar on the Rearing of Unionid Mussels, Heinerscheid, Luxembourg 28-31 May 2008. http://www.heppi.com/seminar/FPM_Lux_2008_Scheder.pdf
- Scwalb, A.N. & Pusch, M.T. 2007 Horizontal and vertical movements of unionid mussels in a lowland river. *Journal of the North American Benthological Society* **26**, 261-272.
- Skinner, A., Young, M. & Hastie, L. 2003. *Ecology of the Freshwater Pearl Mussel*. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 2, English Nature, Peterborough. URL: <http://www.english-nature.org.uk/lifeinukrivers/publications/mussel.pdf>
- Starkey, R. W., Eversole, A. G. & Brune, D. E. 2000 Growth and survival of juvenile and adult freshwater mussels in the Partitioned Aquaculture System. In *Freshwater Mollusk Symposia Proceedings. Part I*. (ed. R. A. Tankersley, D. I. Warmolts, G. T. Watters, B. J. Armitage, P. D. Johnson & R. S. Butler), pp. 109-114. Ohio Biological Survey Special Publication, Columbus, Ohio.
- Valovirta, I. 1990 Conservation of *Margaritifera margaritifera* in Finland. *Environmental Encounters, Council of Europe* **10**, 59-63.
- Vanderploeg, H. A., Liebig, J. R. & Nalepa, T. F. 1995 From picoplankton to microplankton - temperature-driven filtration by the unionid bivalve *Lampsilis radiata siliquoidea* in Lake St-Clair. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **52**, 63-74.
- Wahlström, K. 2006 Sediment requirements for freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) recruitment. Degree Thesis, Dep't of Biology, Karlstads Universitet, Sweden.
- Waller, D. L., Rach, J. J., Cope, W. G. & Miller, G. A. 1995 Effects of handling and aerial exposure on the survival of unionid mussels. *Journal of Freshwater Ecology* **10**, 199-207.
- Yeager, M. M., Cherry, D. S. & Neves, R. J. 1994 Feeding and burrowing behaviors of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Bivalvia, Unionidae). *Journal of the North American Benthological Society* **13**, 217-222.

Young, M. & Williams, J. 1983 The status and conservation of the freshwater pearl mussel in Great Britain. *Biological Conservation* **25**, 35-52.

Young, M. & Williams, J. 1984a The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland I. Field Studies. *Archiv für Hydrobiologie* **99**, 405-422.

Young, M. & Williams, J. 1984b The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland II. Laboratory Studies. *Archiv für Hydrobiologie* **100**, 29-43.

Young, M.R., Cosgrove, P.J. & Hastie, L.C. 2001 The extent of, and causes for, the decline of a highly threatened Naiad: *Margaritifera margaritifera*. In: *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida* (eds G. Bauer and K. Wächtler). Ecological Studies, Vol. 145, pp 337-357. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.