

012

FAGRAPPORT

Identifisering av rømt oppdrettslaks
ved effekter av vaksinerings

Roar A. Lund
Paul J. Midtlyng
Lars P. Hansen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Identifisering av rømt oppdrettslaks ved effekter av vaksinerings

Roar A. Lund
Paul J. Midtlyng
Lars P. Hansen

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkingsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern- og turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Lund, R. A., Midtlyng P.J. & Hansen, L.P. 1995. Identifisering av rømt oppdrettslaks ved effekter av vaksinerings. - NINA Fagrapport 12: 1-14.

Trondheim, september 1995

ISSN 0805-469X

ISBN 82-426-0602-1

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU Stiftelsen for naturforskning

og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tor G. Heggberget

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Eva M. Schjetne

Kari Sivertsen

Tegnekontoret NINA•NIKU

Sats: NINA•NIKU

Trykk: Strindheim Trykkeri AL

Opplag: 500

Trykt på miljøpapir

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 73 58 05 00

Fax 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13303

Ansvarlig signatur:

Tor G. Heggberget

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Lund, R. A., Midtlyng P.J. & Hansen, L.P. 1995. Identifisering av rømt oppdrettslaks ved effekter av vaksinerings. - NINA Fagrappport 12: 1-14.

Det rømmer betydelige mengder laks fra oppdrettsanlegg i Norge. Metodene for å identifisere denne fisken er ikke optimale og dessuten kostbare i drift. En presis identifiseringsmetodikk har stor verdi for vurderingen av den reelle utviklingen i de ville laksebestandene. Denne studien viser at stikkvaksinerings av laks i det kommersielle oppdrettet påfører fisken et lett observerbart tegn i form av sammenvoksninger mellom bukvegg og innvoller som kan være et varig merke til å identifisere denne fisken etter opphold fritt i naturen. Markøren kan ha et stort potensiale til å rasjonalisere og øke presisjonen ved identifisering av rømt oppdrettslaks da den ikke er kjent som forekommende hos villaks. I praktisk anvendelse vil dette kunne gi hurtigere og mer presise estimater av mengden rømt oppdrettslaks i fiskerier og gytebestander. Disse effektene kan også være nyttige markører i vitenskapelige undersøkelser og ellers ha stor nytteverdi ved kontroll av avlsfisk til kultivering der fisken idag vanligvis identifiseres etterskuddsvis ved tidkrevende skjellanalyser. Markøren kan også brukes med suksess på fisk som har vært frosset. Det meste av laksen i kommersielt oppdrett i Norge blir idag vaksinert. Så lenge en stor andel av oppdrettsfisken vaksineres, vil markørens praktiske anvendelse ha et stort potensiale.

Emneord: intra abdominal markør

Roar A. Lund & Lars P. Hansen, Norsk Institutt for naturforskning, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim

Paul J. Midtlyng, Veterinærmedisinsk Oppdragscenter AS, Postboks 8109 Dep., 0032 Oslo

Abstract

Lund, R. A., Midtlyng, P.J. & Hansen, L.P. 1995. Identification of Atlantic salmon escaped from fish farms by effects of disease preventive vaccination. - NINA Fagrappport 12: 1-14.

Substantial numbers of Atlantic salmon escape from fish farms. Methods to identify these fish in nature stocks are suboptimal and expensive. Identification based on precise methodology is important in assessments of wild salmon fisheries and stocks. This study demonstrates that intra-abdominal vaccination of salmon as extensively executed in commercial rearing, causes a visual marker of apparently permanent character suitable for identification of escaped farmed fish. The abdominal marker, being adherances of connective tissue between the abdominal wall and the abdominal organs, is frequently observable in vaccinated fish (82-100%) but not present in wild fish. Because nearly all salmon parr in Norwegian commercial aquaculture is intraperitoneally vaccinated, the marker provides a potential to improve the precision and efficiency of identification of escaped farmed fish. Furthermore, the marker may be beneficial in experimental studies, and for the selection of brood stock for enhancement purposes, operations which presently require time consuming scale analysis. The marker may be successfully used on fresh samples as well as on samples which have been frozen.

Keywords: intra abdominal marker

Roar A. Lund & Lars P. Hansen, Norwegian Institute of Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Paul J. Midtlyng, Veterinærmedisinsk Oppdragscenter AS, Postboks 8109 Dep., 0032 Oslo

Forord

Overvåking av rømt oppdrettslaks har vært et sentralt anliggende for forvaltningen av de ville laksebestandene i de siste ti år. Andelen rømt oppdrettslaks har i denne tiden vært høy i fiskerier og gytebestander i mange deler av landet. I løpet av 80-årene og begynnelsen av 90-årene var det dessuten en betydelig nedgang i de ville bestandene her til lands. For å kunne evaluere den reelle utviklingen i de ville bestandene er det grunnleggende viktig å kjenne andelen rømt oppdrettsfisk i undersøkelsesmaterialet. Det er utviklet en rekke metoder til å identifisere den rømte fisken, men langt de fleste er urasjonelle og kostbare i drift eller beheftet med usikkerheter. I studier med et stort undersøkelsesmateriale har metoder som analyse av fiskeskjell og ytre morfologiske karakterer av fisken (utseendekarakterer) vært langt å foretrekke av rasjonelle og pålitelighetsmessige årsaker. Ingen metoder er imidlertid funnet å være optimale slik at en kombinasjon av metoder har vært i tjenlig i bruk under ulike problemstillinger. Funnet av markøren "abdominale sammenvoksninger" etter vaksinerings av oppdrettsfisk som beskrives i denne undersøkelsen, synes å ha åpenbare kvaliteter til både å rasjonalisere arbeidet og optimalisere resultatet med å identifisere rømt oppdrettsfisk.

Vi takker Direktoratet for Naturforvaltning som har finansiert undersøkelsen.

Roar A. Lund

Innhold

Referat.....	3
Abstact.....	3
Forord.....	4
1 Innledning.....	5
2 Stikkvaksinerings.....	6
3 Materiale og metode.....	6
4 Resultater.....	8
4.1 Markørenes utseende og karakter.....	8
4.2 Markørenes sensitivitet, spesifisitet og abdominale lokaliserings.....	9
5 Diskusjon.....	12
6 Litteratur.....	14

1 Innledning

Det rømmer fortsatt store mengder fisk fra oppdrettsanlegg i Norge (Lund et al. 1994 a). De metoder som tradisjonelt anvendes til å identifisere rømt oppdrettslaks fritt i naturen (skjellanalyse og ytre morfologi) er ikke optimale og tenderer til å underestimere andelen oppdrettslaks i laksefiskerier og gytebestander (Lund et al. 1989, Lund & Hansen 1991, Friedland et al. 1994). Ved bruk av disse metodene kan vi identifisere nesten all oppdrettsfisk som nylig er rømt fra sjøanlegg og i overkant av halvparten av fisk som returnerer som voksen etter å ha rømt som smolt. I slike analyser blir tidvis en vesentlig andel av fisken klassifisert som usikker med henhold til opphav som vill eller oppdrett (Lund et al. 1989, Lund & Hansen 1991).

Analyse av skjell er svært tidkrevende, men gir høyere presisjon enn ved analyse av ytre morfologi (Lund et al. 1989). Dette fordi ytre morfologiske defekter hos oppdrettsfisk kan regenereres eller ikke oppdages av uøvde observatører. Oppdrettsfisk, som ofte har en betydelig ytre pigmentering og eroderte halefliker, kan dessuten forveksles med sjøørret på utseende. På den annen side kan også sjøørret og oppdrettslaks forveksles på skjellmønster fordi det irregulære vekstmønster hos oppdrettslaks kan ligne det en av og til finner hos sjøørrestammer. Skjellanalyse kan dessuten ha en begrenset anvendelighet i områder av laksens utbredelse hvor veksten hos villfisk er svært god (de sydlige deler av utbredelsesområdet). Under slike betingelser kan villaks få et irregulært og oppdrettslignende vekstmønster på skjellene (Anon. 1984). Dessuten er begge metoder i en viss grad underlagt kontrollørens subjektive vurdering.

Større innslag av rømt oppdrettslaks i fiskerier og gytebestander kan tilsløre den reelle utviklingen i villaksbestandene dersom det ikke korrigeres for denne andelen. Identifisering av rømt oppdrettsfisk ved skjellanalyser har vært et metodisk grunnlag for evalueringer som er gjort i både norske og internasjonale laksebestander (Hansen et al. 1993, Hansen et al. 1994, Lund et al. 1994 a og b). Denne metoden har også vært sentral i de evalueringer som er gjort på laksebestandene gjennom ICES (International Council for the Exploration of the Sea) (Anon. 1994).

Hvorvidt disse identifiseringsmetoder vil være anvendelige i fremtiden er avhengig av produksjonsstrategiene i oppdrettsnæringen. Oppdrettstrategier og fiskens vekstforløp bestemmer karaktertrekkene på fiskekroppen (ytre morfologi) og vekstmønsteret på skjellene. Observasjoner av laks i oppdrett og vedtatte produksjonsmål i oppdrettsnæringen tyder imidlertid på at disse metodene fortsatt vil være anvendelig i fremtiden. Smoltstørrelse er for eksempel et svært viktig identifiseringskriterium ved skjellanalyse. Det er et produksjonsmål at smolten bør være stor fordi dette framskynder sjøutsettingstidspunktet, sjøvekst og slakte-tidspunkt. I oppdrett idag er smoltstørrelsen 50-100g, mens den hos villaks vanligvis er 15-30g. Veksthastigheten fram til slakting har generelt økt betydelig hos oppdrettslaks de senere år, noe som også ofte vil manifestere seg i forskjellige trekk på fiskekjellene i forhold til villaks.

Risikoen for feilklassifisering og kostnadene som er forbundet med de tradisjonelle identifiseringsmetodene aktualiserer imid-

lertid behovet for en alternativ metodikk som identifiserer rømt oppdrettsfisk på en rask, rimelig og nøyaktig måte, og som kan erstatte eller utgjøre en tilleggsfunksjon til andre metoder.

I løpet av de siste år er vaksineringsmetoder for oppdrettsfisk mot furunkulose, vibriose og kaldtvannsvibriose blitt svært utbredt. Vaksineringsmetodene har redusert tapene ved sykdom i det kommersielle oppdrettet betydelig (Grave et al. 1994). Stikkvaksineringsmetoder har etterhvert utkonkurrert andre vaksineringsmåter slik at det meste av oppdrettslaksen i Norge idag blir vaksinert ved injeksjon av vaksineoppløsning i bukhulen hos fisken (Norsk Fiskeoppdrett nr. 3-1994). Noen arbeider har beskrevet morfologiske effekter av stikkvaksineringsmetoder, men disse er ikke relatert til potensialet for identifisering av rømt oppdrettsfisk (Lillehaug et al. 1992, Erdal & Reitan 1992, Mulvey 1992). I denne rapporten har vi for noen vaksineringsprodukter som er i anvendelse idag, identifisert og beskrevet merker (biefekter) avtegnet i fisken som kan ha et betydelig potensiale ved identifisering av rømt oppdrettsfisk i naturen.

2 Stikkvaksinering

Blant de ni vaksinetypene som var på markedet i 1994, var sju oljebaserte oppløsninger og to er vannbaserte. De oljebaserte oppløsningene er basert på mineraloljer eller syntetiske oljer, og var de facto enerådende på markedet (Veterinærmedisinsk Oppdragscenter (VESO); Salgsstatistikk 1994).

Stikkvaksineringen utføres ved intraperitoneal injeksjon i forkant av bukfinnene. Fisken vaksineres vanligvis på parr- eller smoltstadiet og anbefales utført på fisk som er større enn 20 g. Anbefalt dose er for de fleste vaksineprodukter 0,1-0,2 ml. Oppløsningen blir værende i fiskens buk over lengre tid slik at vaksinesubstansen blir suksessivt absorbert i fisken. Som bivirkning ses tydelige sammenvoksninger, granulomer og/eller svart pigmentering (melanin) på injeksjonsstedet (Midtlyng 1995, in prep.)

All distribusjon av vaksiner i Norge idag forgår gjennom VESO. Gjennom tallmaterialet fra denne distribusjonen kan det anslås hvor mye fisk som til enhver tid blir vaksinert i Norge og gis et estimat over andelen smolt som vaksineres i det kommersielle oppdrettet (jf. Kontali Analyse; månedsrapporter laks).

3 Materiale og metode

I løpet av 1994 ble det undersøkt slaktemoden oppdrettslaks og gjenfangster av havbeitelaks hvor fiskens livshistorie var kjent, også med hensyn til vaksinebakgrunn.

Det ble undersøkt slaktestisk i størrelser 1,5-8 kg fra fire oppdrettsanlegg (sjøanlegg) på Hitra og Frøya i Sør-Trøndelag i juni 1994 (n=360 fisk). I tre av anleggene var laksen vaksinert på parrstadiet med den trivalente vaksinen "Aproject 3-Fural". Fisken fra det fjerde anlegget var dyppvaksinert to ganger på parrstadiet og revaksinert ved stikkvaksinering med den monovalente vaksinetypen "Aproject 1-Fural" etter ett års opphold i sjøen. Begge disse vaksinetypene er oljebaserte (oljeadjuvans). Fiskens sjøalder var fra 13-24 måneder og smoltalder var to år i tre av anleggene og ett år i det fjerde. Fisken i de ulike anlegg var alle av opprinnelse fra selektiv avl av norske laksestammer (Sunnalsøra stamme), men oppdrettet i ulike settefiskanlegg.

Som kontroll mot den vaksinerte oppdrettslaksen ble det i juni 1994 undersøkt uvaksinert oppdrettslaks i størrelser 0,6-2 kg (n=115 fisk). Denne fisken, som var tre år gammel og smoltifisert som toåring, var oppdrettet i hele sitt livsløp i et landbasert anlegg basert på ferskvanntilførsel (Vinjeøra i Sør-Trøndelag).

Observasjonsparametre som ble funnet ved inspeksjon av vaksinert oppdrettslaks, ble lagt til grunn ved inspeksjon av havbeitelaks som var individmerket (Carlinmerket, fettfinnekleipt eller kjevkleipt) og gjenfanget i fiskefella ved NINA's forskningsstasjon på lms i Rogaland. Testeren var ukjent med de enkelte fisk sin vaksinestatus, men informert om at materialet kunne inneholde uvaksinert fisk, stikkvaksinert fisk såvel som fisk hvor fysiologisk saltvann var injisert i bukhulen. Denne testen ble utført for å prøve markørenes egnethet for å identifisere stikkvaksinert fisk, og for å bekrefte eller avkreftede markørenes tilstedeværelse hos oppdrettsfisk som har levd fritt i naturen fram til kjønnsmodning og oppvandring i elv. Testen ble utført på et utvalg fisk fanget i fiskefella i løpet av oktober-november 1994 (n=135 fisk). Markørene ble i tillegg testet på et utvalg havbeitelaks gjenfanget i fiskefella på lms fra samme tidsperiode og som var frosset og optinet (n=54 fisk). Testsituasjonen ellers var lik den for det første utvalget av havbeitelaks. Denne testen ble utført for å vurdere markørenes tilstedeværelse etter nedfrysing av fisken.

De individer blant havbeitefisk som var vaksinert, var stikkvaksinert med den oljebaserte vaksinen "Biojec 1900" vinteren før utsetting. Havbeitefiskens smoltalder var 1-2 år og fisken ble gjenfanget etter ett til halvannet år (13-18 måneder) i sjøen. Fiskestørrelse ved gjenfangst var fra 1-4 kg.

Alle undersøkte grupper fisk ble inspisert for eventuelle ytre merker etter stikkvaksinering. Ved inspeksjon av intra-abdominale merker etter vaksineringen ble fiskens bukhule åpnet ved snitt mellom gattåpningen og svelget.

For en mer spesifikk romlig lokalisering av sammenvoksninger og pigmentdannelser, ble fiskens bukhule inndelt i sektorer etter en horisontal og vertikal orientering (se figur 1); A= bukhulens øvre halvdel foran bukfinnene, B= bukhulens nedre halvdel foran bukfinnene, 1= bukhulens fremre halvdel foran bukfinnene, 2=

bukhulens bakre halvdel foran bukfinnene, 3= bukhalen bak bukfinnene. Hos vaksinert fisk i de fire oppdrettsanleggene ble imidlertid bukholderommet foran bukfinnene ikke delt i vertikalretningen (1+2 vurdert som én enhet) slik at vurderingene her refererer seg til en grovere inndeling av bukhalen. Bakenfor bukfinnene er bukhalen betydelig smalere enn foran. Det ble derfor funnet å være lite hensiktsmessig å dele dette området i en øvre og nedre bukholderdel.

Klassifisering av sammenvoksninger innenfor de ulike sektorene av bukhalen ble registrert som kategoriske utfall (dvs. ja eller nei). Funn av alt fra observasjon av én vevstråd mellom innvoller og bukvegg til mer kompakte sammenvoksninger, ble vurdert som positivt utslag. Denne klassifiseringen gir dermed ikke uttrykk for hvor stor arealmessig del av bukhalen som var sammenvokst med innvollene.

Ved klassifisering av pigmentdannelser på bukvegg og innvollsorganer ble pigmenter med fargenyanser fra grått til svart og i arealer skjønnsmessig vurdert som større enn ca. 0,5 cm² innenfor de ulike sektorene av bukhalen, vurdert som positiv observasjon. Denne klassifiseringen viser slik en romlig lokalisering av pigmentdannelser og gir ikke uttrykk for hvor stor arealmessig del av bukholder eller innvollsorganer som var dekket av pigmenter.

Til karakterisering av diagnostiske metoder brukes i medisinsk vitenskap blant annet parameterne **sensitivitet** (Se) og **spesifisitet** (Sp) (Martin et al. 1987, kap. 3.7). Med sensitivitet betegnes testens evne til å avsløre reelt positive individer, og med spesifisitet dens evne til å avsløre reelt negative individer, beregnet på følgende måte:

$$Se = 100\% \times (\text{antall test-positive} / \text{antall reelt positive})$$

$$Sp = 100\% \times (\text{antall test-negative} / \text{antall reelt negative})$$

Så lenge verken sensitivitet eller spesifisitet er 100%, vil det likevel forekomme feilklassifisering av individer. I en konkret test-situasjon betegnes andelen av test-positive individer som faktisk var positive som testens positivt prediktive verdi (PPV), mens andelen av test-negative individer som var sant negative betegnes som testens negativt prediktive verdi (NPV), beregnes slik:

$$PPV = 100\% \times (\text{antall reelt positive} / \text{antall test-positive})$$

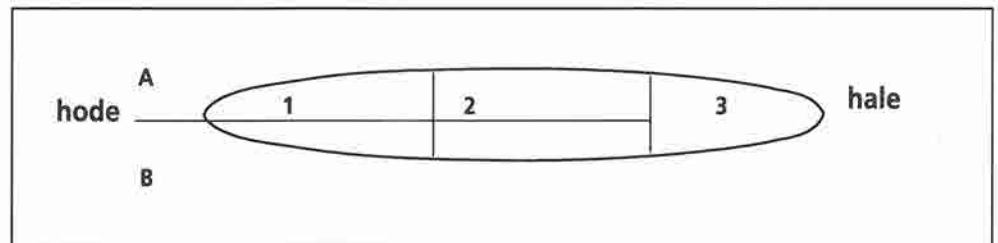
$$NPV = 100\% \times (\text{antall reelt negative} / \text{antall test-negative})$$

PPV og NPV er derfor sterkt avhengig av fordelingen av reelt positive og reelt negative i testmaterialet. Estimering av PPV og NPV gjøres derfor for å vurdere omfanget og betydning av de feil som gjøres når man bruker tester som ikke er 100% sensitive eller spesifikke.

I den herværende undersøkelsen er antatt sensitivitet og antatt spesifisitet beregnet for hvert prøveuttak, basert på en antakelse om at alle individer fra vaksinerte populasjoner faktisk hadde fått sin intraperitoneale vaksine. Resultatene fra prøvetakingen av oppdrettsfisk (4 vaksinerte + 1 uvaksinert gruppe) er til slutt slått sammen, og PPV og NPV er beregnet for hver markør. Samme prosedyre er fulgt for resultatene fra de 3 gruppene havbeitefisk (2 vaksinerte + 1 placebo-injisert gruppe). NPV og PPV for to hypotetiske situasjoner (henholdsvis lav og høy andel vaksinert fisk i prøvematerialet) er dessuten beregnet på grunnlag av den sensitivitet og spesifisitet som er observert for markøren "sammenvoksning". Estimering av Se, Sp, PPV og NPV samt konfidensintervall er gjort ved hjelp av det veterinære epidemiologi-programmet EPISCOPE (Frankena et al. 1990).

Figur 1

Inndeling av bukhalen for en romlig lokalisering av sammenvoksninger og pigmentdannelser. Se tekst på forgående side for spesifisering av inndelingen.

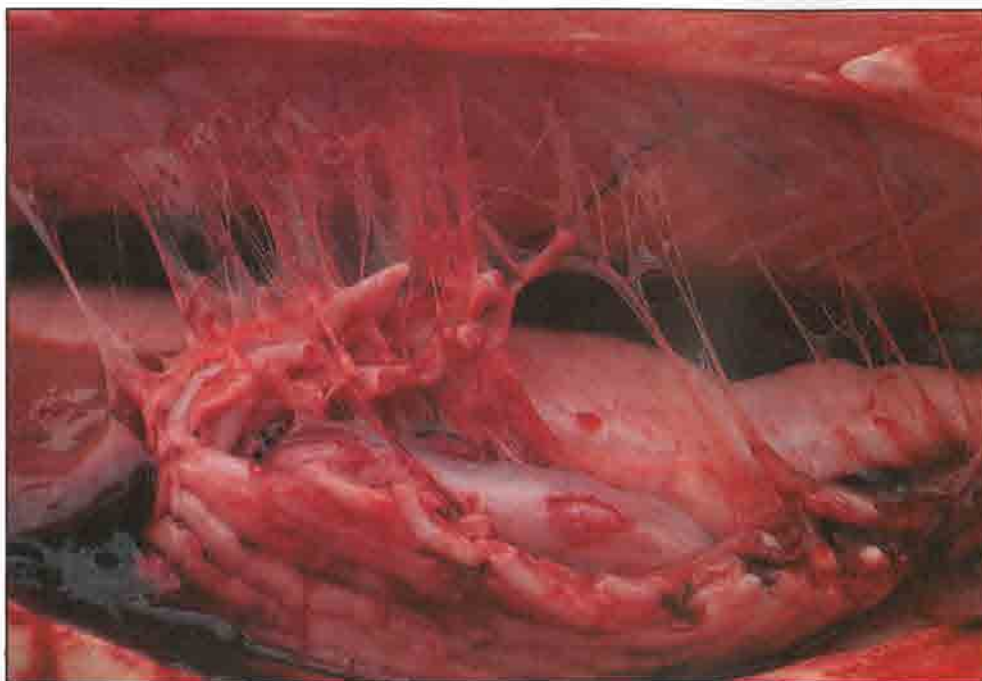


4 Resultater

4.1 Markørenes utseende og karakter

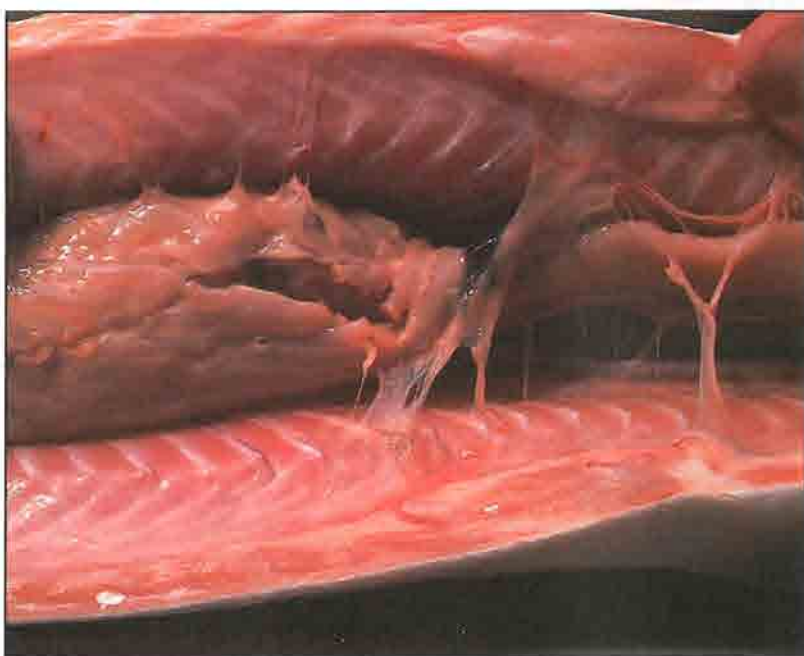
Det ble ikke funnet tegn på fiskens hudoverflate som kunne relateres til vaksinerings, hverken hos oppdrettsfisker eller havbeitefisker. Inspeksjon av bukhalen hos oppdrettslaks viste imidlertid påfallende abnormiteter i form av sammenvoksninger av indre organer til bukveggen og pigmentdannelser på innvoller og bukvegg. Det ble ikke funnet visuelt observerbare spor etter vaksineoppløsning i bukhalen hos noen av gruppene.

Sammenvoksningene i fiskens bukhole (**figur 2 og 3**) besto av vevsdannelser mellom innvollsorganenes og bukveggenes vevshinner (adheranser) som vanligvis lot seg løsne uten at kjøttvevet i bukveggen ble skadet. Omfanget av sammenvoksninger varierer fra et fåtall spindelvevslignende tråder når bukveggen ble forsiktig spilt fra innvollene til aderhanser i hele bukhalens lengde. Hos utpregede tilfeller av sammenvoksninger kunne imidlertid innvollsorganer bli revet istykker når disse ble forsøkt skilt fra bukveggen. Sammenvoksningene kjennes lett når fingeren føres mellom fiskens bukvegg og innvollene.



Figur 2

Sammenvoksninger mellom innvollsorganenes og bukveggenes vevshinner etter vaksinerings. Når bukveggen spiles ut, sees dette som spindelvevslignende tråder mellom innvoller og bukvegg (adheranser).



Figur 3

Sammenvoksninger mellom innvollsorganenes og bukveggenes vevshinner etter vaksinerings kan ses i alle deler av bukhalen, men forekommer oftest i forkant av bukfinnene der vaksineoppløsningen injiseres.

Pigmentdannelser på innvollsorganer og på bukveggen varierte betydelig i arealmessig omfang og fargestyrke. Disse kunne hos vaksinert oppdrettslaks i sterkeste fall arte seg som svarte felter i ulike deler av bukhalen og i størrelser opptil en fingerneglens areal. I de mildeste tilfeller hvor slike dannelser ble observert, bar de preg av gråmelerte sjateringer i millimeterstørrelser. Pigmentdannelser på bukveggen kunne vanligvis fjernes ved vask eller utskraping av bukhalinnen. Hos vaksinert oppdrettslaks kunne det bare unntaksvis observeres pigmentdannelser i kjøttvevet, og i slike tilfeller helst i bukveggen i området rundt stikkpunktet.

4.2 Markørenes sensitivitet, spesifisitet og abdominale lokalisering

Markørene "sammenvoksning" og "pigmentering på innvollsorganer" har hver for seg har meget høy sensitivitet (82-100%) når det gjelder å identifisere oppdrettsfisk vaksinert med Apoject-vaksiner (**tabell 1 og 3**). For havbeitefisk, som var vaksinert med en annen vaksine (Biojec 1900), var sensitiviteten av markøren "sammenvoksning" på samme nivå (87-92%), mens markøren "pigmentering på innvollsorganer" var tydelig lavere (41-57%). Markøren "pigmentdannelser på bukvegg" hadde moderat sensitivitet i de vaksinerte gruppene av oppdrettsfisk (54-82%), og lav sensitivitet i gruppene av havbeitefisk (15-17%) (**tabell 2**).

I gruppene som er rekruttert til denne undersøkelsen, kan man neppe utelukke at enkelte av de valgte individene ved en feil under vaksineringen ikke hadde fått sin vaksinedose. I så fall er den faktiske følsomheten av metodene noe bedre enn vist i **tabell 1, 2 og 3**.

Ut fra resultatene i den uvaksinerte gruppen av oppdrettsfisk, kan man slutte at spesifisiteten av markøren "sammenvoksning"

er 100% (**tabell 1**), mens den er tydelig lavere (67% og 53%) for de to pigmentmarkørene (**tabell 2 og 3**).

Lokaliseringen av sammenvoksningene i bukhalen hos den vaksinerte fisken varierte noe mellom gruppene. Blant fisk med observerbare sammenvoksninger kunne disse observeres i rommet foran bukfinnene hos hovedtyngden av både oppdrettsfisken og havbeitefisk (87-100%) (**tabell 1**). Tilstedeværelse av sammenvoksninger i rommet bak bukfinnene varierte imidlertid mye mellom de ulike gruppene. Blant oppdrettsfisk kunne adheranser i dette rommet observeres hos 4-98% av fisken, og hos 41-47% av havbeitefisk. Blant havbeitefisk, hvor observasjoner også ble utført for en vertikal todeling av bukhalen foran bukfinnene, kunne adheranser hos vaksinert fisk primært lokaliseres til bukhalen like i forkant av bukfinnene (99-100%) og i mindre grad forrest i bukhalen (6-31%).

Adheranser kunne både hos oppdrettslaks og havbeitelaks vanligvis observeres i nedre halvdel av fiskens bukhal (75-100%), men i flere av de vaksinerte gruppene hadde også en betydelig andel av fisken adheranser i øvre del av bukhalen (**tabell 1**). Blant fisk observert med sammenvoksninger i bukhalen, var imidlertid variasjonen for tilstedeværelse av adheranser i bukhalens øvre del i de ulike gruppene stor (4-83%). I ett av oppdrettsanleggene hvor 95% av fisken ble observert med abdominale adheranser, kunne slike for eksempel observeres i øvre del av bukhalen hos bare 4% av denne fisken.

Det ble observert adheranser i bukhalen hos en fjerdedel av havbeitelaksen (25%) hvor fysiologisk saltvann (placebo) var injisert i bukhalen. Disse adheransene som alltid ble observert som et fåtall tråder (1-4 tråder) kunne lokaliseres i fremre, midtre såvel som i bakre del av bukhalen (**tabell 1**).

Tabell 1. Antall undersøkte individer (n_1), antall med sammenvoksninger mellom innvoller og bukvegg (n_2), antatt sensitivitet (Se) og spesifisitet (Sp) for denne markøren, og beliggenhet av sammenvoksningene i bukhalen (% fordeling regnet blant fisk med påviste sammenvoksninger). Resultater fra prøvetakinger av vaksinert laks fra fire oppdrettsanlegg (a-d) og uvaksinert oppdrettslaks (e) er vist enkeltvis. Tilvarende er framstilt for to grupper av vaksinert havbeitelaks; ferskt avlivet (a), frosset og opptint (b), og for havbeitelaks injisert med fysiologisk saltvann (c). 1= bukhalens fremre halvpart foran bukfinnene, 2= bukhalens bakre halvpart foran bukfinnene, 3= bukhalen bak bukfinnene. A= bukhalens øvre halvdel foran bukfinnene, B= bukhalens nedre halvdel foran bukfinnene. i = irrelevant

Prøvetaking	Vaksinetype	n_1	n_2	Se %	Sp %	Beliggenhet av sammenvoksninger				
						1 %	2 %	3 %	A %	B %
Oppdrett a	Apoject 3-Fural	100	100	100	i		99*	51	67	90
Oppdrett b	Apoject 3-Fural	100	99	99	i		87*	98	83	75
Oppdrett c	Apoject 3-Fural	60	57	95	i		100*	4	4	100
Oppdrett d	Apoject 1-Fural	100	82	82	i		96*	7	22	92
Oppdrett e	Uvaksinert	115	0	i	100	0	0	0	0	0
Havbeite a	Biojec 1900	135	124	92	i	31	99	41	40	96
Havbeite b	Biojec 1900	54	47	87	i	6	100	47	17	100
Havbeite c	Fysiol. saltvann	24	6	i	75	50	50	17	33	83

*observasjoner i bukhalen foran bukfinnene ble utført uten todelt vertikaldeling for disse gruppene, dvs. 1 og 2 ble vurdert som én enhet.

Både hos vaksinert oppdrettslaks og havbeitelaks såvel som hos uvaksinert fisk var det betydelig vanligere å finne pigmenter på bukveggen i rommet foran bukfinnene enn bakenfor disse (**tabell 2**). Blant havbeitefisk, hvor observasjoner også ble utført for en vertikal todeling av bukhalen foran bukfinnene, kunne pigmenter primært lokaliseres til bukhalen like i forkant av bukfinnene (80-100%) og i mindre grad forrest i bukhalen (0-15%). Hos uvaksinert oppdrettslaks kunne imidlertid slik pigmentering primært lokaliseres til øvre halvdel (100 %) forrest i bukhalen (97%). Blant de ulike grupper av vaksinert fisk var det betydelig variasjon og ingen spesiell lokalisering av pigmentdannelser i forhold til bukhalens øvre (22-95%) eller nedre halvdel (30-92%).

I en av de vaksinerte gruppene (oppdrett b) forekom det pigmentdannelser i kjøttet langs buksnittet i området rundt stikkpunktet for vaksinerings hos en mindre andel av fisken (8%). I disse tilfeller var fiskekjøttet svært mørkt pigmentert. Slike funn ble

antatt å være en effekt av vaksineopløsning som ikke var vellykket injisert i bukhalen.

Hos havbeitelaks og uvaksinert oppdrettslaks, hvor pigmentdannelser også ble registrert spesifikt for de ulike innvollsorganer, ble slike dannelser primært lokalisert til henholdsvis mage/tarm og fettvevet rundt innvollene (**tabell 3**).

Slår man sammen gruppene av oppdrettsfisk (vaksinert og uvaksinert) som ble undersøkt i denne studien, kommer det tydelig fram at markøren "sammenvoksning" har vesentlige og signifikant høyere sensitivitet, spesifisitet, PPV og NPV enn begge pigmenteringsmarkørene (**tabell 4**). For havbeitefisk sett under ett (vaksinert og placebo-injisert) er sensitiviteten høy for markøren "sammenvoksning", mens spesifisitet og NPV er høy for de to pigmentmarkørene. Markøren "sammenvoksning" gir lavere NPV på grunn av de positive funn som ble gjort i placebo-gruppen (**tabell 5**).

Tabell 2. Antall undersøkte individer (n_1), antall med pigmentdannelser på bukveggen (n_2), antatt sensitivitet (Se) og spesifisitet (Sp) for denne markøren, og beliggenhet av pigmenteringen i bukhalen (% fordeling regnet blant fisk med påvist pigmentering). Prøvetakinger og koder for beliggenhet av pigmentering i bukhalen er som i tabell 1.

Prøvetaking	n_1	n_2	Se %	Sp %	Beliggenhet av sammenvoksninger				
					1 %	2 %	3 %	A %	B %
Oppdrett a	100	82	82	i		76*	39	68	51
Oppdrett b	100	82	82	i		98*	85	95	30
Oppdrett c	60	37	62	i		92*	22	22	92
Oppdrett d	100	54	54	i		87*	44	82	35
Oppdrett e	115	38	i	67	97	21	3	100	3
Havbeite a	135	20	15	i	15	80	25	45	45
Havbeite b	54	9	17	i	0	100	0	22	89
Havbeite c	24	1	i	96	0	100	0	100	0

*observasjoner i bukhalen foran bukfinnene ble utført uten todelt vertikaldeling for disse gruppene, dvs. 1 og 2 ble vurdert som én enhet.

Tabell 3. Antall undersøkte individer (n_1), antall med pigmentdannelser på innvollsorganer (n_2), antatt sensitivitet (Se) og spesifisitet (Sp) for denne markøren, og beliggenhet av pigmenteringen på ulike innvollsorganer (% fordeling regnet blant all undersøkt fisk). Prøvetakinger er som i tabell 1. i..u= ikke utført.

Prøvetaking	n_1	n_2	Se %	Sp %	Mage	Tarm	Fettvev	Gonader
					%	%	%	%
Oppdrett a	100	86	86	i	i.u.	i.u.	i.u.	i.u.
Oppdrett b	100	94	94	i	i.u.	i.u.	i.u.	i.u.
Oppdrett c	60	57	95	i	i.u.	i.u.	i.u.	i.u.
Oppdrett d	100	96	96	i	i.u.	i.u.	i.u.	i.u.
Oppdrett e	115	54	i	53	0	0	42	1
Havbeite a	135	55	41	i	28	29	0	3
Havbeite b	54	31	57	i	48	35	0	2
Havbeite c	24	1	i	96	4	4	0	0

Tabell 4. Evaluering av tre ulike kriterier ("markører") for å skille vaksinert fra uvaksinert oppdrettsaks, basert på kumulative data fra fem prøvetakinger. Til grunn for beregningene er lagt at alle individer som ble valgt ut fra vaksinerte populasjoner, faktisk hadde fått sin dose vaksine som forutsatt.

	Antall vaksinert	Antall uvaksinert	Sensitivitet % (95% k. i.)	Positiv prediktiv verdi (PPV) % (95% k. i.)	Spesifisitet % (95% k. i.)	Negativ prediktiv verdi (NPV) % (95% k. i.)
Sammenvoksning +	338	0	93,9	100(-)	100(-)	83,9
Sammenvoksning -	22	115	(91,7-96,0)			(80,6-87,2)
Pigment bukvegg +	255	38	70,8	87,0	67,0	42,3
Pigment bukvegg -	105	77	(66,8-74,9)	(84,0-90,1)	(62,7-71,2)	(37,9-46,8)
Pigment innvoller +	333	54	92,5	86,1	53,0	69,3
Pigment innvoller -	27	61	(90,1-94,9)	(82,9-89,2)	(48,6-57,5)	(65,2-73,5)

Tabell 5. Evaluering av tre ulike kriterier ("markører") for å skille vaksinert havbeitelaks fra placebo-injisert havbeitelaks, basert på kumulative data fra tre prøvetakinger. Til grunn for beregningene er lagt at alle individer som ble valgt ut fra vaksinerte populasjoner, faktisk hadde fått sin dose vaksine som forutsatt.

	Antall vaksinert	Antall uvaksinert	Sensitivitet % (95% k. i.)	Positiv prediktiv verdi (PPV) % (95% k. i.)	Spesifisitet % (95% k. i.)	Negativ prediktiv verdi (NPV) % (95% k. i.)
Sammenvoksning +	171	6	90,5	96,6	75	50,0
Sammenvoksning -	18	18	(86,5-94,4)	(94,2-99,0)	(69,3-80,8)	(43,3-56,7)
Pigment bukvegg +	29	1	15,3	96,7	95,8	12,6
Pigment bukvegg -	160	23	(10,5-20,2)	(94,3-99,1)	(93,2-98,5)	(8,1-17,0)
Pigment innvoller +	86	1	45,5	98,9	95,8	18,3
Pigment innvoller -	103	23	(38,8-52,2)	(97,4-100)	(93,2-98,5)	(13,1-23,4)

I de hypotetiske eksemplene på bruk av markører med karakteristika slik som observert under våre prøvetakinger på situasjoner med henholdsvis lav og høy andel vaksinert fisk i testmaterialet (**tabell 6**), kommer det fram at markøren "sammenvoksning" gir en svært lav andel vaksinert fisk blant de test-negative hvis det er moderat andel vaksinert fisk i utgangsmaterialet. Er det

ekstremt mye vaksinert fisk i materialet, kan imidlertid opp mot 1/3 av de negative fiskene være feilklassifisert. Markøren "pigmentering på innvollsorganer" gir også liten feilprosent blant de test-negative hvis andelen vaksinert fisk er lav, men svært høy feilprosent hvis andelen vaksinert fisk er høy.

Tabell 6. Eksempler på bruk av markører med ulik sensitivitet og spesifisitet for å skille vaksinert fra uvaksinert laks i forskjellige situasjoner. Situasjoner med henholdsvis lav andel vaksinert laks (Eksempel 1 og 2) og høy andel vaksinert laks (Eksempel 3 og 4) er simulert basert på verdier av sensitivitet og spesifisitet observert for to av markørene (S=sammenvoksning, P=pigmentering på innvollsorganer) i denne studien (jfr. **tabell 4 og 5**).

	Antall vaksinert fisk	Antall uvaksinert fisk	Se %	Sp %	PPV %	NPV %	Antall test- negativ fisk	Antall vaksinert fisk blant de test-negative
Eksempel 1 (markør S)	10	90	93,9	100	100	99,3	91	1
Eksempel 2 (markør P)	10	90	45,5	95,8	56	95	91	5
Eksempel 3 (markør S)	90	10	93,9	100	100	64,6	15	5
Eksempel 4 (markør P)	90	10	45,5	95,8	100	17	59	49

5 Diskusjon

De store forskjellene som er observert mellom de vaksinerte og uvaksinerte gruppene i denne studien med hensyn på sammenvoksninger (adheranser) og pigmentering i bukhalen, gir et klart indisium for at disse markørene er forårsaket av injeksjon av vaksineoppløsning i bukhalen. I så måte samsvarer de foreliggende resultater med tilgjengelig kunnskap om den lokalirriterende virkningen av adjuvansholdige vaksiner (Midtlyng 1992), og med resultater oppnådd i kliniske vaksinasjonsstudier (Midtlyng 1993).

Omfanget av slike sammenvoksninger varierte i sterkeste fall som adheranser i hele bukhalens lengde til, i sin mest beskjedne observerbarhet, et fåtall spindelvevslignende tråder. Beliggenheten av slike adheranser kunne lokaliseres til alle deler av bukhalen hos vaksinert fisk, men var vanligst å finne i bukhalerommet foran bukfinnene og helst i nedre halvdel av bukhalen. At adheranser også ble observert hos en fjerdedel av de individer som hadde fått fysiologisk saltvann injisert i bukhalen, tolkes som en indikasjon på at selv lite irriterende substanser i visse tilfeller kan gi synlige merker.

Resultatet etter obduksjon av havbeitefisk, hvor testeren var ukjent med fiskens bakgrunn med hensyn på vaksinerings eller ikke, bekrefter at markøren "abdominal sammenvoksning" har høy observerbarhet. I denne testsituasjonen fant observatøren adheranser hos en andel av fisken som ikke var signifikant forskjellig fra den hos vaksinert oppdrettsfisk hvor observatøren var kjent med fiskens vaksinebakgrunn (oppdrettgruppene a-d testet mot havbeitegruppene a-b; $X^2 = 2,1$, $df=1$, $p>0,05$).

Resultatene fra våre prøvetakinger indikerer at markøren "sammenvoksning" gir klart minst feilprosent blant test-negativ (ikke-vaksinert) fisk, og at den derfor peker seg ut som den beste. De hypotetiske eksemplene viser at den gir svært gode resultater selv anvendt på et ekstremt forskjellig materiale, en egenskap som er ganske unik. Regneeksemplene (**tabell 6**) viser også at en markør med endel lavere spesifisitet og moderat sensitivitet kan brukes hvis andelen vaksinert fisk i testmaterialet er lav, men at resultatene er svært dårlige i motsatt situasjon. Som konklusjon kan vi slå fast at dersom man til eksempel vil unngå å legge inn rogn av vaksinert fisk i klekkerier, vil valget av denne markøren være et meget godt diagnostisk kriterium.

Sammenvoksninger i bukhalen er ikke kjent å være naturlig forekommende hos villaks og ble heller ikke observert hos uvaksinert laks i denne undersøkelsen. Når det meste av laksen i det kommersielle oppdrettet idag blir stikkvaksinert med oljebaserte vaksiner (Norsk Fiskeoppdrett nr. 3-1994) og utsettinger av vaksinert fisk til forsterkningstiltak i ville laksebestander er uvanlig, vil påvisning av adheransedannelser i bukhalen hos laks fanget fritt i naturen, tilsa en overveiende sannsynlighet for at slike individer er rømt fra kommersielt oppdrett. En god helsetilstand i det kommersielle oppdrettet, som det er observert etter vaksinerings, vil videre gi et så lavt smittepress at vaksinerings av kultiveringsbestander neppe blir nødvendig. Potensialet for å anvende markører fra vaksinerings til identifisering av rømt oppdrettslaks styrkes i tillegg ved at vaksinerings av formålstjenlige eller praktiske grunner ikke har eller vil ha noen anvendelighet i ville bestander av laks.

Materialet i denne undersøkelsen omfatter fisk som har levd inntil to somre i sjøen (sjøalder 1+) etter utsetting og gir derfor bare i begrenset grad informasjon om utviklingen av markører hos flersjøvinter fisk. Materialet fra ett av oppdrettsanleggene var riktignok av to-sjøvinter fisk, men denne fisken var vaksinert på et senere livsstadium (etter ett år i sjøen) enn de andre gruppene og senere enn det som er vanlig vaksineringsstadium (parrstadiet). Et materiale innsamlet fra sjøfisket på Veidholmen i Møre og Romsdal i juli 1994, viste imidlertid at abdominale adheranser også forekommer hos oppdrettslaks fritt i naturen som er eldre enn én sjøvinter. I dette materialet, hvor rømt oppdrettslaks ble identifisert ved tre ulike metoder, hadde 13 av de 34 laksene som ble observert med abdominale adheranser, en sjøalder på to år (2+) (pers. obs.). Skjellanalyse kan riktignok overestimere alderen hos oppdrettsfisk (Lund et al. 1989), men skjellene hos disse laksene viste svært velutviklede og normalt avgrensede vintersoner i sjøfasen som kunne identifiseres med rimelig sikkerhet. Blant individer i dette materialet, forøvrig klassifisert som oppdrettslaks ved skjellanalyse og ytre morfologi, var det ikke fisk eldre enn to sjøvintre.

I to av de fem gruppene fisk som var stikkvaksinert på parrstadiet, hadde tilnærmet all fisk adheranser i bukhalen (99-100%). Den noe lavere frekvensen i de tre andre gruppene (87-95%) kan tilskrives årsaker som at noen fisk unngår vaksinerings eller at slike dannelser også kan regenerere. Vi kan heller ikke se bort fra at noen fisk unnslipper sprøytekanylen under den maskinelle vaksinerings av større mengder fisk eller at vaksineoppløsningen ikke blir vellykket injisert i bukhalen, som antydte for en mindre andel (8%) av fisken i en av de undersøkte gruppene.

En stikkprøve på et mindre utvalg av sjøsettingsklare smolt (10 fisk) fra et kommersielt anlegg i Trondheimsfjorden i mai 1994 viste at adheranser kan dannes relativt tidlig etter vaksinerings med oljebasert løsning. Disse var stikkvaksinert med en oljebasert vaksinetype (Biojec 1900) ca. 6 måneder i forveien og alle hadde sammenvoksninger mellom innvoller og bukvegg. Sammenvoksningen mellom innvoller og bukvegg var også hos denne fisken lett å observere og kunne ses i store deler av bukhalen.

Pigmentdannelser på innvollsorganer og bukvegg ble observert hos hovedtyngden av den vaksinerte oppdrettsfisken, men forekom i mer begrenset omfang hos vaksinert havbeitefisk. Slike dannelser hadde arealer opptil en fingernegls størrelse og varierte i fargenyanser fra gråmelerte sjateringer til svarte flekker. Det forhold at pigmentdannelser også forekom på innvoller og på bukveggen hos en vesentlig andel av uvaksinert fisk, og oftere enn hos vaksinert havbeitefisk, tilsier at denne markøren vil gi endel falskt positive identifikasjoner. I dette materialet ga en sektoriell lokalisering av pigmentdannelser til ulike deler av bukhalen eller til de ulike innvollsorganer heller ikke spesifikke forskjeller mellom vaksinert og uvaksinert fisk. Det kan imidlertid ikke utelukkes at videre studier av slike dannelser basert på arealmessig dekningsgrad eller pigmentenes fargegrad kan gi synligere forskjeller mellom de ulike grupper fisk. Pigmenter hos vaksinert oppdrettslaks syntes spesielt å ha en overveiende mørkere farge enn de mer gråmelerte sjateringene som forekom hos uvaksinert fisk.

Praktisk erfaring fra denne undersøkelsen viste at observasjonsmuligheten ble betydelig redusert for både pigmentdannelse og sammenvoksninger i fiskens bukhule dersom hjerte- og galleposen eller en av hovedpulsårene framme i bukhulen ble punktert når fiskebukken ble skjært åpen. Større deler av bukhulen ble i slike tilfeller tilsølt av blod som kunne vanskeliggjøre observasjonen. For å unngå dette vil bukknivningen kunne utføres langt mer kontrollert ved hjelp av saks enn med kniv. Det er ellers av betydning at bukveggen spiles forsiktig ut etter snitting av fiskebukken, for å unngå å slite av adheranser der disse er i fåtall og av veve karakter. Ved undersøkelse av fisk som har vært frosset, er det viktig at disse er godt opptint før den undersøkes. I denne undersøkelsen var det forøvrig ikke signifikant forskjell mellom andelen fisk med adheranser i bukhulen hos vaksinert havbeitefisk som ble undersøkt som ferskt avlivet, og fisk som ble undersøkt etter frysing og opptining (havbeitegruppe a testet mot havbeitegruppe b; $X^2 = 1,0$, $df=1$, $p>0,05$). Dette forteller at identifisering av vaksinert fisk ved adheransedannelser kan utføres med suksess på fisk som har vært frosset.

Resultatene i denne undersøkelsen viser at visuelle markører ved stikkvaksinering av fisk i det kommersielle oppdrettet kan ha et stort potensiale til å identifisere rømt oppdrettslaks på en enkel måte. I praktisk anvendelse vil dette kunne gi hurtigere og mer presise estimater av mengden rømt oppdrettslaks i fiskerier og bestander, noe som vil forbedre grunnlaget for forvaltning av villaks. Disse effektene kan også være nyttige markører i vitenskapelige undersøkelser og ellers ha stor nytteverdi ved kontroll av avlsfisk til kultivering der fisken idag vanligvis identifiseres etter skuddsvis ved tidkrevende skjellanalyser. I storskala undersøkelser, som for eksempel overvåking av laksebestandene, vil markøren neppe kunne erstatte skjellanalyse av et materiale som er innsamlet av et stort antall kontrollører, men være et verdifullt substitutt. I andre sammenhenger vil den alene kunne være en tilstrekkelig identifiseringsmetode.

Anvendelse av markøren til estimering av andelen rømt oppdrettslaks i fiskerier kan sekundært også ha et potensiale til å kontrollere beregninger av mengden utsatt smolt i det kommersielle oppdrettet. Solgt dosemengde av vaksineoppløsning anvendes som grunnlag til å beregne mengden utsatt smolt i norsk lakseoppdrett. Slike estimater tar utgangspunkt i at tilnærmet all utsatt laks i det kommersielle oppdrettet er blitt vaksinert. Dersom estimater av andelen rømt oppdrettslaks i fiskerier er høyere ved bruk av identifiseringsmetoder som f.eks. ytre morfologiske karakterer eller skjellanalyse, vil tilsa at det anvendes uvaksinert laks i oppdrettet og at beregningene av mengden utsatt smolt kan være underestimert. En slik vurdering forutsetter at de vaksinetypene som er i bruk, gir markører med høyt identifiseringspotensial på nivå som denne undersøkelsen viser.

Effekten av de oljebaserte vaksinetypene ved reduserte sykdomstap er så betydelig i det kommersielle oppdrettet at anvendelsen i fremtiden antas å være utstrakt. Vaksineringsproduktene er imidlertid stadig under utvikling. Det er derfor ikke for gitt å forutsi hvor lenge de vaksiner som gir de observerbare identifiseringsmarkører vil være dominerende i markedet. Det er imidlertid grunn til å anta at den posisjon dagens vaksinetypene innehar, vil vedvare. De to vaksinene som er brukt i det foreliggende studiet har vært markedsledende vaksineprodukter til oppdrettslaks

både i 1994 og første halvår av 1995 (Midtlyng, upubliserte data). Så vidt man kjenner til, er vaksiner uten slike sammenvoksninger heller ikke under utvikling fra vaksineindustriens side på det nåværende tidspunkt. Utsikten for de kommende år tilsier at det meste av laksen i kommersielt oppdrett i Norge vil bli vaksinert. De markører som gis ved vaksineringen, gir et stort potensiale til å identifisere fisk som rømmer fra oppdrettet.

6 Litteratur

- Anon. 1984. Atlantic salmon scale reading. Report of the Atlantic salmon scale reading workshop. - Aberdeen, Scotland, April 1984. I.C.E.S., 50 pp.
- Anon. 1994. Report of the north Atlantic salmon working group. - I.C.E.S. C.M. 1994/ Assess:16, 182 pp.
- Erdal, J.I. & Reitan, L.J. 1992. Immune response and protective immunity after vaccination of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) against furunculosis. - Fish & Shellfish Immunology 2, 99-108.
- Frankena, K., Noordhuizen, J.P., Willeberg, P., van Voorthuysen, P.F. & Golema, J.O. 1990. EPISCOPE; computer programs in veterinary epidemiology. - Veterinary Record 126, 573-576.
- Friedland, K.D., Esteves, C., Hansen, L.P. & Lund, R.A. 1994. Discrimination of Norwegian farmed, ranched and wild-origin Atlantic salmon, *Salmo salar* L., by image processing. - Fish. Mgmt. Ecol. 1, 117-128.
- Grave, K., Markestad, A. & Baugen, M. 1994. Forbruksmønster for antibiotika og kjemoterapeutika til oppdrettsfisk i perioden 1987-1993. - Norsk Veterinærtidsskrift 106, 711-721.
- Hansen, L.P., Jacobsen, J.A. & Lund, R.A. 1993. High numbers of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., observed in oceanic waters north of the Faroe Islands. - Aq. Fish. Mgmt. 24, 777-781.
- Hansen, L.P., Reddin, D.G. & Lund, R.A. 1994. The incidence of reared Atlantic salmon of fish farm origin at West Greenland. - Submitted for publication.
- Lillehaug, A., Lunder, T. & Poppe, T.T. 1992. Field testing of adjuvanted furunculosis vaccines in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. - Journal of Fish Diseases 15, 485-496.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Jarvi, T. 1989. Identifisering av rømt oppdrettslaks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. - NINA Forskningsrapport 001, 54 s.
- Lund, R.A. & Hansen, L.P. 1991. Identification of wild and reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., using scale characters. - Aq. Fish. Mgmt. 22, 499-508.
- Lund, R.A. Hansen, L.P. & Økland, F. 1994 a. Rømming av oppdrettslaks og sikringssoner for laksefisk. - NINA Oppdragsmelding 303, 15 s.
- Lund, R.A., Økland, F. & Heggberget, T.G. 1994 b. Utviklingen i laksebestandene i Norge før og etter reguleringene av laksefisket i 1989. - NINA Forskningsrapport 054, 46 s.
- Martin, W., Meek, A.H. & Willeberg, P. 1987. Veterinary Epidemiology, principles and methods. - Iowa State University Press, Ames, 343 pp.
- Midtlyng, P.J. 1992. Adjuvans i vaksiner - effekter og bivirkninger. - Manuskript, Etterutdanningskurs i fiskehelse, Veterinærmedisinsk senter i Tromsø, 15-19/6 1992, 5 s.
- Midtlyng, P.J. 1993. Efficacy and side-effects of injectable furunculosis vaccines in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) - Book of abstracts, World Aquaculture, Torremolinos, Spain, May 26-28, 1993.
- Mulvey, B. 1992. The side effects of alum when used as an adjuvant in an *Aeromonas salmonicida* bacteria. - M. Sc. thesis, Univ. of Washington, Seattle, 116 pp.

ISSN 0805-469X
ISBN 82-426-0602-1

012

NINA
FAGRAPPORT

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

NINA
Norsk institutt
for naturforskning