

Med påvekstfasen menes fasen fra kveiten kjøpes fra yngelprodusent og settes ut i anlegg hvor den skal gå frem til slakt. Størrelsen varierer alt etter type anlegg, merder eller kar på land, og hvilke karstørrelser og vannkvaliteter en har tilgjengelig. Per i dag er produksjonen av kveite liten, og det ble slaktet omlag 300 tonn kveite i 1998. At produksjonen er betydelig lavere enn tidligere prognoser, skyldes både det begrensede antall settefisk tilgjengelig, ca. 300.000 i 1998, og dårligere vekst enn ønsket med tilsvarende lengre produksjonstid, og påfølgende usikkerhet knyttet til matfiskproduksjonen. Selv om en har erfaring fra oppdrett av laks, torsk og andre rundfisk, er driften på enkelte områder vesensforskjellig fra kveite. Da kveite er en flatfisk som ligger på bunnen og utnytter areal i en merd eller tank, mens rundfisk utnytter volum, gjør dette at anleggskonstruksjonen, overvåking og drift er litt ulik fra de andre artene.

## Naturlig biologi

Atlantisk kveite er den største av flatfiskene, og kan bli nærmere 50 år gammel. Hunnfisken kan bli over 300 kilo, mens hannfisken sjelden blir mer enn 50 kilo, da veksten stagnerer etter at den er blitt kjønnsmoden. De fleste kveitene i naturen blir kjønnsmodne i en alder av 8-10 år. Kveite er utbredt i hele det nordlige Atlanterhavet, fra Biscaya og New York i sør, til Svalbard i nord. Kveite er en rovfisk, og mens liten kveite (< 30 cm) spiser hovedsakelig krepsdyr som reker og krabbe, øker innslaget av fisk som byttedyr, og dominerer som bytte for stor (> 80 cm) kveite (Kohler, 1967). Ungkveite er stasjonær i kystnære områder på dyp fra 20 til 100 m. Etter som den blir kjønnsmoden spres den til større områder og dyp. Dette innebærer at i naturen finner en kveite fra 2-3 °C til 8-9 °C, og under mange ulike fotoperioder, lysintensiteter og lysspektre.

## Vekst

I vekstfasen fra fisken settes ut ved 50 - 500 gram og frem til slaktestørrelse på om lag 5

kilo, er det satt som mål å gjennomføre denne på 30 måneder. Utfra de erfaringer vi har i dag, kan dette bare oppnås ved å sette ut fisk på 500 gram. Basert på resultater, kan en foreløpig forvente en vekst (Figur 14.1) hvor umoden kveite i snitt når en størrelse på i overkant av 3 kg etter 3 år (Tuene et al., 1999).

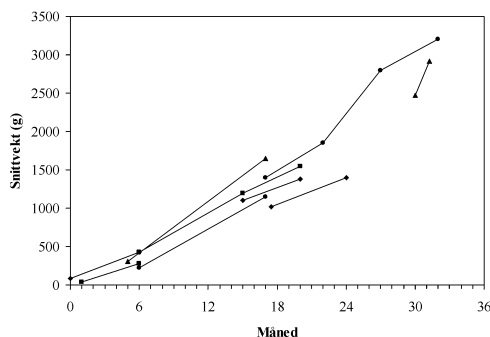


Fig. 14.1: Vekst til ulike grupper av kveite i merd (fra Tuene et al., 1999).

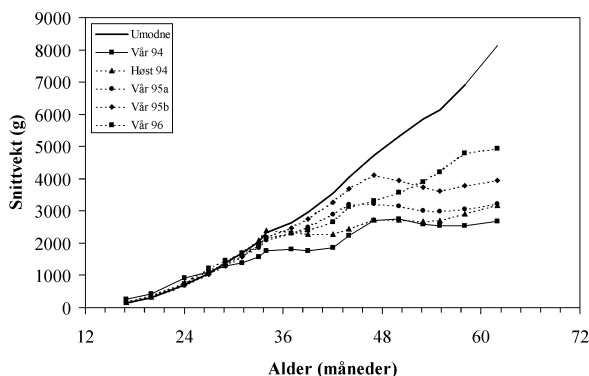
Disse estimatene er bare indikasjoner på veksten, små kortvarige forsøk har vist at veksten kan forbedres betydelig i forhold til det som er vist i figuren, og derfor forventes det at etter som erfaringsgrunnlaget øker, vil denne veksten kunne forbedres betydelig. Det er mange faktorer som kan optimaliseres for å forbedre veksten. Eksempelvis er det indikasjoner på at kontinuerlig tilleggsbelysning fremmer veksten (e.g. Holm et al., 1993), og dette vil trolig indirekte fremme veksten til hannfisk hvis det viser seg at kontinuerlig lys forhindrer tidlig kjønnsmodning. Et systematisk avlsarbeid vil ytterligere forbedre veksten. For nært beslektede arter er det funnet at avl kan forbedre veksten med 10 % i hver generasjon. Dette indikerer det potensialet en har for å optimalisere veksten til kveite. Det er ikke tilgjengelig tilstrekkelig datamateriale for å kunne sette opp presise tabeller over hvor godt en kan forvente at kveite vokser under ulike betingelser. I det følgende fokuseres det på noen av faktorene som påvirker veksten.

## Valg av settefisk

I enhver produksjon er det viktig å ha best mulig utgangspunkt, og det må stilles krav til settefisken. Tre viktige kriterier for valg av settefisk er størrelse, utseende og skadefrekvens. Hvor stor settefisken bør være kan det ikke gis noe entydig svar på, da dette vil avhenge av om matfiskanlegget er land- eller merdbasert. Valg av settefisk er nærmere omtalt i kapittel 21.

## Tidlig pubertet

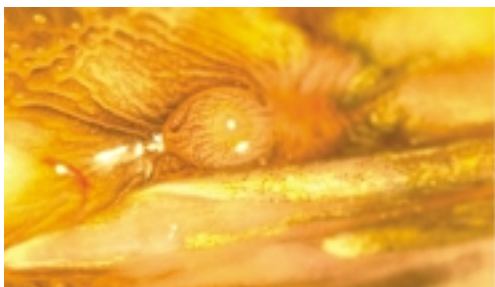
I normal drift i et anlegg med god vekst, vil normalt en stor del av hannfisken nå pubertet i en alder av 2-3 år og under 2 kg, dvs. før den når slaktbar størrelse. Tidlig alder ved pubertet er bare et problem for hannfisk. I motsetning til laksefisk medfører ikke kjønnsmodningen en forringet kvalitet, og medfører heller ikke økt dødelighet. Hovedproblemet er at hannkveiten stagnerer i vekst (Figur 14.2), og derfor opptar plass i anleggene uten å produsere (Holm et al., 1996). Kjønnsmodne kveite spiser lite, og av det den spiser brukes mye for å produsere melke. Dette betyr at inntjeningen for modne hannfisk er lav i forhold til umoden fisk.



**Figur 14.2:** Vekst i 5m kar med middels tetthet for umoden fisk og for hanner som kjønnsmodnet vår 94, høst 94, tidlig vår 95, sen vår 95, eller vår 96 (fra Holm et al., 1996).

Årsaken til at kveite i oppdrett kjønnsmodner flere år tidligere enn i naturen skyldes trolig en langt bedre vekst og fødetilgang som kveite opplever i oppdrett i forhold til i naturen. Kveiten er en flergangsgyter, og ved å øke antall gyte porsjoner gjennom en sesong, og ved å gyte i mange år, vil sannsynligheten for at noen av avkommet overlever øke. Det er trolig viktig for kveite både å gjennomføre denne gytesesongen, men også å overleve til neste sesong. Dette innebærer at om kveita "forventer" at den både kan gjennomføre denne gytingen, og samtidig ha rimelig høy sannsynlighet for å overleve til neste sesong, vil det svare seg for den å gjennomføre gytingen. I andre marine fisk som torsk og rødspette antas det at størrelsen på lageret av energi, eller tilgangen på energi vil avgjøre om fisken velger å kjønnsmodne førstkommande sesong eller ikke. Dette kan jo indikere at sult i en eller annen kritisk periode ("vindu") vil påvirke kveitens valg av om den vil kjønnsmodne eller ikke. Utsette alder ved pubertet ved sulting har ikke vært prøvd på kveite. Dette fordi sult i seg selv medfører både tap av tilvekst og tap av kroppsvekt, noe som klart er negativt, spesielt for hunnkveite som uansett ikke ville kjønnsmodne. Dessuten, trekker man paralleller til torsk, har det vist seg at selv opp til 9 ukers sult på høsten, eller sult annen hver uke gjennom et helt år ikke påvirket andelen av modne fisk, men bare reduserte veksten. Inntil forsøk skulle gi annet svar, er det derfor ikke å anbefale å benytte sult som metode for å utsette alder ved pubertet hos kveite.

Et annet alternativ er å sortere ut hannfisk før den når puberteten. I så fall er man avhengig av en metode for å skille kjønn, eller for å skille umoden fra modnende fisk raskt og effektivt. Dette bør da skje på høsten før pubertet for å unngå at føret brukes på melke. Kjønnsortering av kveite kan gjøres i hvertfall på to måter, enten ved en visuell bedømmelse av utseende på gattåpningen (Figur 14.3), eller ved å benytte ultralyd (Karlsen et al., 1998).



Umoden hunn



Umoden hann

**Figur 14.3:** Utseende av urogenitalpapillen og analåpning for umoden hunn og modnende hann. Legg merke til følgende forskjeller: Sett fra siden ligner papillen en planteknopp (liten, kón utstikker), og papillen peker bakover mot analfinnen hos hunnene. Også hos hannene er papillen kón, men enden virker avskåret, slik at den får et mer avstumpet utseende. I tillegg er åpningen orientert normalt (90°C) på kroppen, og selve åpningen er større enn hos hunnene (fra Karlsen et al., 1998).

Undersøkelser har vist at en kan skille hann fra hunnkveite når fisken er under 1 kilo, problemet med begge metodene er at de er tidkrevende, og forutsetter individuelle undersøkelser. For laks er det laget en sorteringsmaskin basert på ultralyd hvor fisken blir automatisk ført over en svinger, og deretter ledet inn i ulike avstengninger alt etter ønske. En tilsvarende prosedyre er ikke gjort for kveite, men i utgangspunktet er det vel så enkelt å kjønnsbestemme kveite som laks, helst enklere. Ved å sammenligne kroppsmorfologi (lengde, vekt, bredde) og forholdene mellom

disse ble det ikke funnet kriterier som kunne brukes for å skille verken kjønn eller modningsstatus (Holm et al., 1993).

Utsette alder ved pubertet ved bruk av kontinuerlig (tilleggs)lys er med stor helt benyttet i produksjonen av laks. Prinsippet med bruk av kontinuerlig lys er å forhindre den naturlige sekvensen av endringene i fysiologi som leder til kjønnsmodning. Som beskrevet i kapittel 16 starter dannelsen av eggemner året før gyting, når daglengden øker. Setter man på kontinuerlig lys om vinteren, fremskynder/eliminerer man våren med dens økende daglengde, og ett av to kan skje. Enten så forhindrer man at disse emnene utvikles, og man stanser modningsprosessen, eller man kan fremskynde utviklingen, og da også modningen. Vanligvis setter man derfor på kontinuerlig lys før vitellogenese igangsettes på sensommer-høst (jfr. kapittel kjønnsmodning). Man forlenger med andre ord sommeren, og prosessene som kan se ut som initieres av minkende daglengde arresteres, og kjønnsmodningen skal i prinsippet utsettes.

I kveiteoppdrett er det gjennomført flere forsøk for å avklare om bruk av kontinuerlig lys kan brukes for å stoppe eller utsette alder ved kjønnsmodning. Resultatene er foreløpig ikke like gode som for laks. Langvarig bruk av kontinuerlig lys i kar (fra fisken er ett år gammel) medførte at hannfiskens modningstidspunkt kom ut av fase, og en kunne finne kjønnsmoden fisk nær hele året (Holm et al., 1996). I flere forsøk med bruk av kontinuerlig tilleggslys både gjennom våren, gjennom høsten og begge deler stanset ikke kjønnsmodningen, men utsatte den med ca. 5 måneder (Holm et al. 1993; Norberg et al., 1999; 2001). Det regimet som hittil har gitt best effekt var bruk av kontinuerlig lys året før forventet modning, for deretter å sette fisken over på naturlig lysrytme fra slutten av desember (Norberg et al., 2001). Disse forsøkene er gjennomført med "rimelig lave" lysintensiteter, hovedsakelig innendørs. Det pågår forsøk for å

avklare i hvilken grad de lysintensitetene og lysspektrene (fargene) som benyttes er virkningsfulle. Forholdene fra kar til merder er også ulike. I kar er det et ”rent” kontinuerlig lys, mens i merder så må tilleggslyset overstyre den naturlige lysrytmen, og trolig må en benytte langt høyere lysintensiteter enn i kar på land. For å redusere forskjellen mellom dag og natt bør en også dekke til merdene med lysreducerende dekknot.

Flere forsøk har dokumentert en økt vekst med bruk av tilleggslys i forhold til simulert naturlig lys, også på stor fisk (Holm et al., 1993; Tuene et al., 1998; Norberg et al., 1999; Jonassen et al., 2000; Simensen et al., 2000; Norberg et al., 2001). Disse forsøkene har vist at veksten blir forbedret med bruk av tilleggslys. På stor fisk var effekten langt tydeligere for hunnfisk enn for hannfisk. Da kjønnsmodning påvirker veksten, er det mulig at det er kjønnsmodningen som gjør at effekten av kontinuerlig lys på vekst uteble.

### Sortering

Velger man å sortere kveite, er det for liten fisk viktig at man beholder fisk med lik vekst, slik at behovet for senere sorteringer avtar. Kveiten vokser meget ulikt, og spesielt i de tidligste fasene vil spredningen i størrelse øke. Størrelsen på føret er hele tiden begrenset av den minste fisken, og såfremt man ikke fører med flere pelletstørrelser samtidig, må man sortere fisken. Dog skal det nevnes at i et forsøk med 2,5 kg kveite vokste den best (0,32 %/dag ved 12,2 °C) når den ble tilbudt flere pelletstørrelser samtidig (Helland et al., 1997). Ved utslaktning er det en fordel å ha fisken sortert i ulike størrelsesgrupper, da dette gjør at man med liten innsats kan levere fisk av ønsket størrelse. For stor kveite vil den minste og sentvoksende sorteringen stort sett omfatte kjønnsmodne hanner. I hvilken grad sortering har betydning for vekst, aggressivitet og overlevelse er ikke avklart. Ofte antar man at fisk

med lik størrelse trives best i lag, med mindre konflikter fisken imellom, men dette trenger ikke være tilfelle. Både i forsøk og hos oppdrettere ga ikke sortering etter størrelse forbedret vekst (Stefansson et al., 2000), eller mindre andel av fisk med bitt og øyenskader, men overlevelsen til de minste fiskene (< 20 gram) var høyere i grupper uten stor fisk til stede (pers. obs.). I forsøk er det vist at hovedtyngden av aggressiv atferd rettet mot annen fisk forekom i forbindelse med føring, spesielt i starten av føringen, samt at antall angrep på annen fisk synker kraftig med størrelse på fisken (Greaves & Tuene, 2001). Det kan virke som kveiten blir urolig hvis det er fisk som svømmer i overflaten, og det kan lønne seg å sortere ut slik fisk. Setter man dem over i andre kar, kan de endre atferd.

### Temperatur

Fiskeartene i de nordlige farvannene har dårligere vekst om vinteren, og best vekst sommer og høst. Årsaken til disse sesongmessige svingningene skyldes flere forhold, slik som daglengde, temperatur og byttedyrtilgjengelighet. Veksten er avhengig av en rekke forhold, både de som påvirker fiskens fysiologiske prosesser (temperatur, ernæring, fordøyelse, appetitt, metabolisme, årstid), og de som påvirker fiskens trivsel (bunnareal, bunns substrat, lysforhold, sosiale interaksjoner). Måler en vekst som prosent vektøkning (SGR), øker denne mot en optimal temperatur hvor summen av faktorer som føroptak, fordøyelse, metabolisme, appetitt gir en best mulig vekst. Denne optimale temperaturen endres med fiskestørrelsen, og den påvirkes av andre forhold som daglengde. Fra slutten av november til midten av mai vokste kveite som i utgangspunktet var 8 gram til 150 gram ved 13°C, 50 og 100 gram mer enn de som gikk på 10 og 7°C, henholdsvis. Vekstraten ved 13°C var 2,1 %/dag. For større fisk, utgangsstørrelse 140 g, var resultatene ikke så entydige, men fra mai

til desember vokste fisken best ved 9°C (til 502 g). Dette tilsvarer en vekstrate på 0,6 %/dag (Björnsson, 1993). Optimal temperatur for vekst til kveite synker med økende fiskestørrelse (Hallaråker et al., 1995; Kvalsund, 1995; Björnsson & Tryggvadóttir, 1996). Det er også en økende temperaturløselighet med økende fiskestørrelse, slik at veksten til stor fisk ikke er like influert av temperaturen som for liten fisk. Det er for tidlig å si hva som er optimal temperatur, da den vekstfremmende effekten av kontinuerlig lys var sterkere ved 6 enn ved 12°C på liten (< 100 g) kveite (Jonassen et al., 2000). Uansett viser data at liten fisk (< 100 g) vokste best på temperaturer over 12°C, mens større fisk bør ha lavere temperaturer (10-12°C). Stor matfisk bør ha enda litt lavere temperatur. Ved temperaturer under 5°C stagnerer fisk av alle størrelser mer eller mindre i vekst.

Toleransen for temperatur varierer med fiskestørrelsen. Liten kveite tåler dårligere lave temperaturer (< 5°C) enn større kveite, og utsett ved slike temperaturer kan medføre forhøyet dødelighet. I et vekstforsøk med villfanget kveite døde all fisken når temperaturen krøp ned under 1°C (Haug et al., 1989). Tilsvarende opplevde en på vestlandet stor dødelighet når temperaturen holdt seg over 19°C i en 3 ukers periode. I andre tilfeller med nesten like høye temperaturer døde ingen stor kveite. Nå skal en også være oppmerksom på at temperaturer påvirker sykdomsforløp, og det er oppdrettere som søker å holde temperaturen rundt 10°C også på liten fisk for å unngå sykdomsutbrudd.

Endring i temperatur fra 7,5°C opp eller ned med 3°C ga bare en kortvarig effekt ved nedsatt appetitt, appetitten var ikke ulik kontrollgrupper på respektive temperaturer 2 døgn etter temperatursjokket (Holm et al., 1993). Dette indikerer at hurtige endringer i temperatur ikke har langvarig virkning, men viser også at en bør unngå slike endringer. Det ble ikke

undersøkt om denne appetittendringen også ville vært der om fisken hadde opplevd slike temperaturendringer ofte. Men er det tilfelle, betyr dette at bunnen/hyllene i merdene må være under overflatelaget, hvor endringer i temperatur oftest er mer markante enn dypere nede.

### Tetthet og karstørrelse

Kveite ser ut til å foretrekke tettheter som tilsvarer mellom 100 og 200 % dekning av effektivt bunnareal. For 2 kg kveite vil dette si mellom 25 - 50 kg/m<sup>2</sup>, mens for 10 kg kveite ligger mellom 50 - 100 kg/m<sup>2</sup> (Björnsson, 1994). For yngel og småkveite anbefales ikke en dekningsgrad utover 100 % (Kvalsund, 1995). Resultater så langt tilsier at tettheter over 200 % i merder reduserer veksten også i merder (Tuene et al., 1999). Både tetthet og størrelse på oppdrettskar påvirker veksten. Erfaringene tilsier at jo større jo bedre. I sammenlignende vekstforsøk vokste fisk bedre i 5 meters kar enn i 3 meters kar, selv om tettheten i karene var lik (Holm et al., 1996).

### Arv

Avlsarbeidet med kveite har startet. Hunnfisk blir ikke moden før ved 6-8 års alderen, og det vil derfor enda ta mange år før en har avklart arvbarheten av mål som økt vekst, redusert andel av, eller utsatt modning av hannfisk. Stamfisken består stort sett av villfanget kveite, men andelen av egenprodusert kveite øker etterhvert. Et av problemene med avlsarbeidet har naturlig nok vært den varierende yngelproduksjonen, med lave og usikre overlevelseshverdi, uten at man alltid kjenner årsaken til dette. Ofte skyldes derfor effekten man observerer (vekst, dødelighet) kareffekter, og ikke arv. Nyere molekylærbiologiske metoder blir i større grad benyttet for å kunne finne igjen familiene i sammenslått materiale, slik at kareffekten skal kunne minimeres.

## Referanser

- Björnsson, B. & Tryggvadóttir S.V. 1996. Effects of size on optimal temperature for growth and growth efficiency of immature Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 142: 33-42.
- Björnsson, B. 1993. Optimal temperature of immature halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.): Effects of size. *ICES C.M.*, F:37: 16 pp.
- Björnsson, B. 1994. Effects of stocking density on growth rate of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared in large circular tanks for three years. *Aquaculture*, 123: 259-270.
- Greaves, K. & Tuene, S. 2001. The form and context of aggressive behaviour in farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 193: 139-147.
- Hallaråker, H., Folkvord, A. & Stefansson, S.O. 1995. Growth of juvenile halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) related to temperature, day length and feeding regime. *Netherlands Journal of Sea Research*, 34: 139-147.
- Haug, T., Kjorsvik, E. & Huse, I. 1989. Vekst hos kveite i frihet og fangenskap. *Norsk Fiskeoppdrett*, 1: 26-28.
- Helland, S.J., Grisdale-Helland, B. & Berge, G.M. 1997. Feed intake and growth of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed combinations of pellet sizes. *Aquaculture*, 156: 1-8.
- Holm, J.C., Hennø, J.S., Karlsen, Ø., Skiftesvik, A.B. & Huse, I.J. 1993. Matfiskoppdrett av kveite. Faglig sluttrapport til oppdragsgiver Stolt Sea Farm fra delaktiviteter utført i regi av Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon, 21 s.
- Holm, J.C., Karlsen, Ø. & Norberg, B. 1996. Vekst og kjønnsmodning hos kveite og torsk. Sluttrapport til Norges forskningsråd, prosjekt 104835/110 og 107225/100, 27 s.
- Jonassen, T. M., Imsland, A.K. & Stefansson, S.O. 1999. The interaction of temperature and fish size on growth of juvenile halibut. *Journal of Fish Biology*, 54: 556-572.
- Jonassen, T. M., Imsland, A.K., Kadowaki, S. & Stefansson, S.O. 2000. Interaction of temperature and photoperiod on growth of Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* L. *Aquaculture Research* 31: 219-227
- Karlsen, Ø., Tuene, S.A. & Norberg, B. 1998. Kjønnbestemmelse av kveite. Sluttrapport til Norges forskningsråd, prosjektnr. 115 686/122, 8 s.
- Kohler, A.C. 1967. Size at maturity, spawning season and food of Atlantic halibut. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 24: 53-66.
- Kvalsund, R. 1995. Vekst, tetthet og kjønnsmodning av oppdrettskveite. In: Pittman, K., Kjørrefjord, A.G., Berg, L. & Engelsen, R. (Eds.), *Kveite - fra forskning til næring*. s. 53-60.
- Norberg, B., Karlsen, Ø., Weltzien, F.A. & Holm, J.C. 1999. Lysstyrt kjønnsmodning hos kveite. Sluttrapport til Norges forskningsråd, prosjektnr. 110992/110, 10 s.
- Norberg, B., Weltzien, F.A., Karlsen, Ø. & Holm, J.C. 2001. Effects of photoperiod on sexual maturation and somatic growth in male Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology B*, 129: 357-365.
- Simensen, L.M., Jonassen, T.M., Imsland, A.K. & Stefansson, S.O. 2000. Photoperiod regulation of growth of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 190: 119-128.
- Stefansson, M.O., Imsland, A.K., Jenssen, M.D., Jonassen, T.M., Stefansson, S.O. & Fitzgerald, R. 2000. The effect of different initial size distributions on the growth of Atlantic halibut. *Journal of Fish Biology*, 56: 826-836.