

# Optimering af strømpning

Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua

August 2014



Forfattere:

Isla Fitrigde, Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua

Mia Gommesen, Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua

## Resume

Omstrømning af muslinger dyrket på line er en nødvendig del af produktionsprocessen, både for at tynde ud mængden, samt for at fjerne eventuel biofouling. Effekten af forskellige strømningemetoder blev undersøgt med fokus på parametre som vedhæftning, overlevelse og vækst hos dyrkede blåmuslinger (*Mytilus edulis*) i Limfjorden.

Blåmuslinger dyrket i 6 XL singlestrømper er signifikant påvirket af, i hvilken grad de er eksponeret for havvand i perioden mellem strømning og udhæng på line, samt årstiden for denne proces. Kontinuerlige strømper er mindre påvirket. Omstrømning af mellemstore blåmuslinger i kontinuerlige strømper havde en signifikant effekt på flere kommercielt vigtige parametre herunder længde, kødvægt og den samlede størrelse. Denne effekt varierede over tid. Bomulden i kontinuerlige strømper og 6XL strømper, hængt ud om sommeren, nedbrydes hurtigere end i foråret. Hos kontinuerlige strømper skete der en hurtigere nedbrydning af bomulden over tid sammenlignet med 6XL strømper. Strømpetyper synes at have en vis effekt på blåmuslingernes evne til at kravle ud af strømpen, men dette varierede afhængig af årstiden for udhæng.

## Indledning:

I Danmark er dyrkning af blåmuslinger på en line et relativt nyt fænomen, der primært har udviklet sig i de sidste 8 -10 år i den vestlige del af Limfjorden. Fjorden har naturligt gunstige betingelser for muslingeproduktion, der giver kvalitetsmuslinger indenfor en relativ kort tidsramme, og der er potentiale for at øge den nuværende produktionskapacitet i området. Men muslingeproduktion er meget dyrt, da det kræver en stor arbejdsindsats for at opretholde anlæggets infrastruktur, al udstyr og materiel. For at øge rentabiliteten er det nødvendigt at reducere omkostningerne ved at effektivisere arbejdsgangene.

Strømning af sorterede blåmuslinger er en nødvendig del af produktionsprocessen for at tynde ud i blåmuslingerne på line eller for at fjerne nedslået muslingespat fra ældre blåmuslinger. Ved hjælp af maskiner, bliver blåmuslinger strippet af bændlen, sorteret og strømpet i en passende tæthed. Strømning gør det muligt at opnå ensartede udbytte i form af blåmuslingernes størrelse og antal per meter, hvilket resulterer i et mere værdifuldt produkt.

## Formål:

Dette studie har til formål at vurdere, hvordan strømningens protokoller påvirker blåmuslingens tilstand.

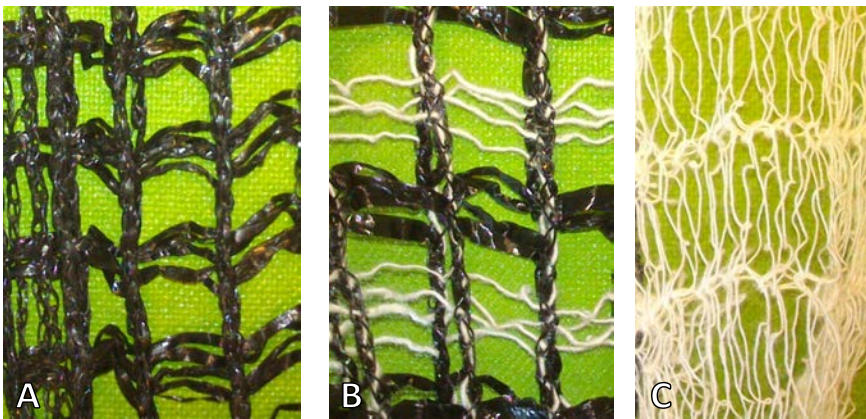
Dette gøres ud fra tre separate undersøgelser:

1. Test af vanddækning: forsøg hvor vedhæftning, overlevelse og vækst følges hos blåmuslinger, som blev udsat for forskellige behandlinger i perioden mellem strømning og udhæng på fjorden.
2. Bomuldsforsøg: undersøgelse af om omstrømning af mellemstore blåmuslinger medfører en forbedret tilstand over tid.
3. Forlængelse af sæson: forsøg hvor nedbrydningstiden for bomuld, i forskellige strømpetyper, undersøges, samt hvordan det påvirker blåmuslingens vedhæftning og evne til at kravle ud af strømpen.

## Metode

### Strømpetyper

Tre forskellige strømpetyper blev brugt til de tre forsøg (Figur 1): Singlestrømperne 6L og 6XL (Go Deep International Inc., Canada), samt en kontinuerlig strømpe (JJChicolino, Spanien). Den kontinuerlige strømpe er en 100% bomuld kvadratmasket strømpenet. Det kan strække horisontalt og vertikalt og er designet til brug i kontinuerlig muslingeproduktionssystemer. 6XL strømpen har kvadratiske masker bestående af sammenvævede monofilamenter og polyethylen med forstærkede bånd i siderne. Dette øger strømpens styrke og eliminerer lodret forlængelse af strømpen. Her er maskerne gennemskåret af bomuldstråde. 6L strømpen er den samme som 6XL strømpen, men uden bomuldstråde.



Figur 1: De strømpetyper som blev brugt til i undersøgelsen (A) 6L, (B) 6XL og (C) Kontinuerlig strømpe.

### Beregninger

Blåmuslingernes længde (mm), bredde (mm), højde (mm) og kødvægt (g) blev målt så ændringer i blåmuslingernes tilstand (KI) og størrelse over tid kunne følges. I alle forsøg blev KI beregnet ved hjælp af følgende ligning:

$$KI = (\text{tørvægt} \times 10^6) / (\text{længde}^3)$$

Grundet forventede stærke korrelationer og redundans blandt skalparametre, blev der anvendt et kombineret mål til at bestemme den samlede blåmuslings størrelse ud fra følgende ligning:

$$\text{Størrelse} = (\text{længde} \times \text{bredde} \times \text{højde})^{1/3}$$

Alle kommercielt vigtige parametre (størrelse, længde, kød vægt og tilstand) blev statistisk analyseret, hvis muligt.

#### 1) Test af vanddækning

Følgende forsøg blev gentaget fem gange i løbet af 2012 i månederne april, juni, juli, august og november.

Blåmuslinger blev strømpet i hver af de tre strømpetyper (Figur 1) og efterfølgende udsat for fire forskellige typer af behandlinger i 24 timer inden de blev hængt på line.

- Direkte: Strømperne blev hængt på line umiddelbart efter strømpning.
- Dækket: Strømperne blev lagt i kar og dækket med saltvand (med lille udskiftning).

- Riset: Strømperne blev lagt i kar og konstant overrislet (men ikke dækket) med saltvand i.
- Tør: Strømperne blev lagt i kar, uden tilførsel af saltvand.

Efter behandlingerne blev strømperne hængt på liner i et muslingeanlæg i Sallingsund, Limfjorden og der blev efterfølgende taget prøver fra anlægget cirka hver 6. uge. Her blev tre strømper fra hver strømpe type og behandling indsamlet (36 strømper pr. prøvetagning). Vægt og antallet af blåmuslinger og andre organismer blev registreret ud fra en delprøve på 50 cm af hver strømpe.

Data om blåmuslingernes længde, bredde, højde og kødvægt blev målt i begyndelsen og slutningen af hvert forsøg for at vurdere ændringer i blåmusling tilstand i løbet af forsøgsperioden.

## 2) Forlængelse af sæson

Blåmuslinger i størrelsesklassen 4 - 4.5cm blev høstet fra langliner i april 2012, separeret og strømpet i en 25 m lang kontinuerlig strømpe og derefter hængt ud i et muslingeanlæg i Sallingsund, Limfjorden, i cirka 7 måneder. Efterfølgende prøvetagning af strømpen blev udført med 4 ugers mellemrum, hvor 3 x 50 cm sektioner af strømpen blev skåret fra. Blåmuslinger blev målt til morfometriske parametre (skal længde, bredde og højde) ved hjælp af skydelære og kødvægt. Endvidere blev deres KI og størrelse beregnet som beskrevet tidligere. Kontrolprøver blev også taget samtidigt af ikke omstrømpede blåmuslinger. Alle kommercielt vigtige parametre (størrelse, længde, kødvægt og tilstand) blev statistisk analyseret.

## 3) Bomuldsforsøg

Følgende forsøg blev gentaget 6 gange i perioden marts til november 2012, med cirka 4-ugers interval.

Som i "Test af vanddækning"-eksperimentet blev tre forskellige strømpe typer brugt: den ene uden bomuld (6L strømper) og to typer med bomuld (6XL strømper og kontinuerlige strømper). Blåmuslinger blev strømpet i ti strømper af hver type og hængt på line i et muslingeanlæg i Sallingsund, Limfjorden. Start prøver blev taget før udhæng og forskellige vækstparametre, herunder skallængde og blåmuslingernes tilstand, blev vurderet. Efter udhæng blev strømperne kontrolleret ugentligt, hvor graden af nedbrydning bomuld (6XL og Kontinuerlig) og / eller antallet af blåmuslinger, som var kravlet ud af strømperne (6XL og 6L) blev noteret. Ugentlige observationer blev udført indtil der ikke var mere bomuld tilbage. Herefter blev strømperne taget ind og skallængde og KI blev målt

Graden af nedbrydning blev vurderet efter følgende skala:

Skala	Observation
0	Ingen ændringer i udseende og styrke.
1	Hele bomuldsfibre men reduceret styrke.
2	En begyndende visuel nedbrydning af bomuldsfibre. Tydelig reduceret styrke.
3	Flere af bomuldsfibre er forsvundet.
4	Næsten alt bomuld er væk
5	Intet spor af bomuld

## Resultater

### 1) Test af vanddækning

Problemer med at anskaffe blåmuslinger i den rigtige størrelse, medførte problemer med kontinuiteten i dette forsøg. Dette betød at der i nogle af forsøgene ikke blev lavet et stort nok antal sokker af enkelte af

behandlingerne samt at 6XL og 6L strømperne blev skiftet ud med strømper i andre størrelser. Derfor var det ikke muligt at opnå et pålideligt langsigtet datasæt med strømperne 6L, 6XL og kontinuerlig strømpe. Det er dog stadig muligt at bruge resultaterne fra forsøg med 6XL og de kontinuerlige strømper (begge indeholdende bomuld) til videre analyse

6XL: Der var en signifikant effekt af behandling, tidspunkt for udsætning og deres samspil på tværs af alle de vækstparametre undersøgt i 6XL strømper (tabel 1, figur 2). Samlet set resulterede den tørre behandling i blåmuslinger med en reduceret længde (4% kortere) og cirka 6% mindre kød i forhold til blåmuslinger udsat for en dækket behandling. Derimod var tilstanden for blåmuslingerne udsat direkte (hængt på line umiddelbart efter strømpning) ca. 14% dårligere end de blåmuslinger, der blev rislet med saltvand. Den sammensatte parameter samlede størrelse viste, at størrelsen var størst i direkte behandlinger, efterfulgt af dækket, dryppede og tør. Tidspunktet for udhæng påvirkede hver målte parameter: udhængning i april og juni havde en tendens til at resultere i lidt længere og større blåmuslinger på tværs af behandlingerne (figur 2).

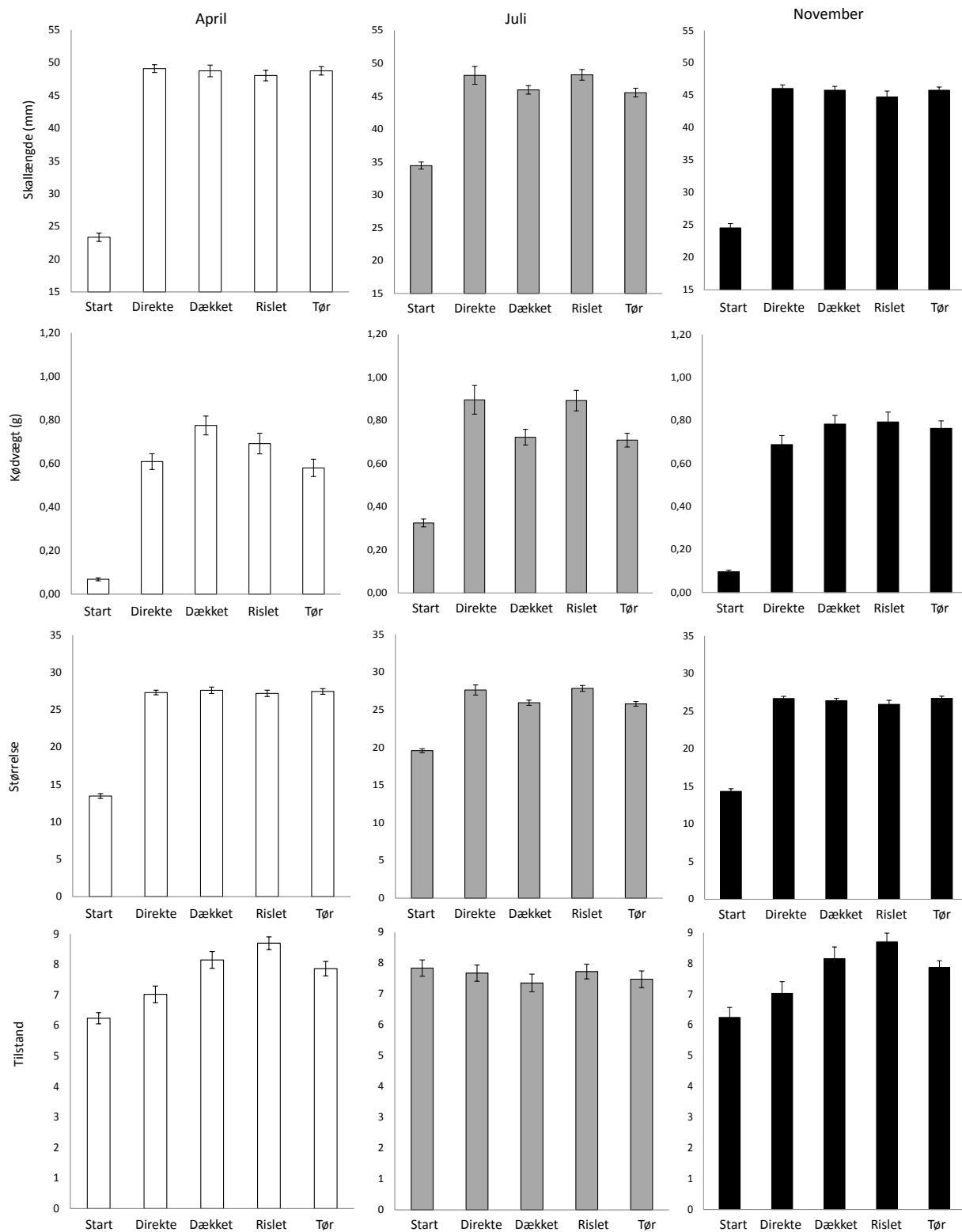
Kontinuerlig strømpe: I modsætning blåmuslingerne i 6XL strømperne, har de forskellige behandlinger af kontinuerlige strømper ikke en signifikant effekt på nogen af de målte parametre, hverken enkeltvis eller samlet. Men tiden og samspillet mellem tid og behandling havde en vis effekt (figur 2, tabel 1).

Blåmuslingerne var generelt kortere, hvis de blev udhængt i juni måned, hvorimod dem der blev udhængt i november var ca. 8% længere. Denne forskel var især tydeligt blandt strømper udsat for behandlingen "tør", efterfulgt af "direkte" og "dækket" (se figur 4). Blåmuslinger udsat for den rislede behandling var dog forholdsvis upåvirket af hvilken tid på åren strømperne blev hængt ud. Kødvægten var en smule større blandt blåmuslinger hængt ud i november og især, hvis de var udsat for behandlingerne "direkte" og "dækket". Strømper hængt ud i juli var en smule reduceret i størrelse og tilstand, og her gav den rislede behandling de bedste resultater for alle parametre... vækst på denne tid af året.

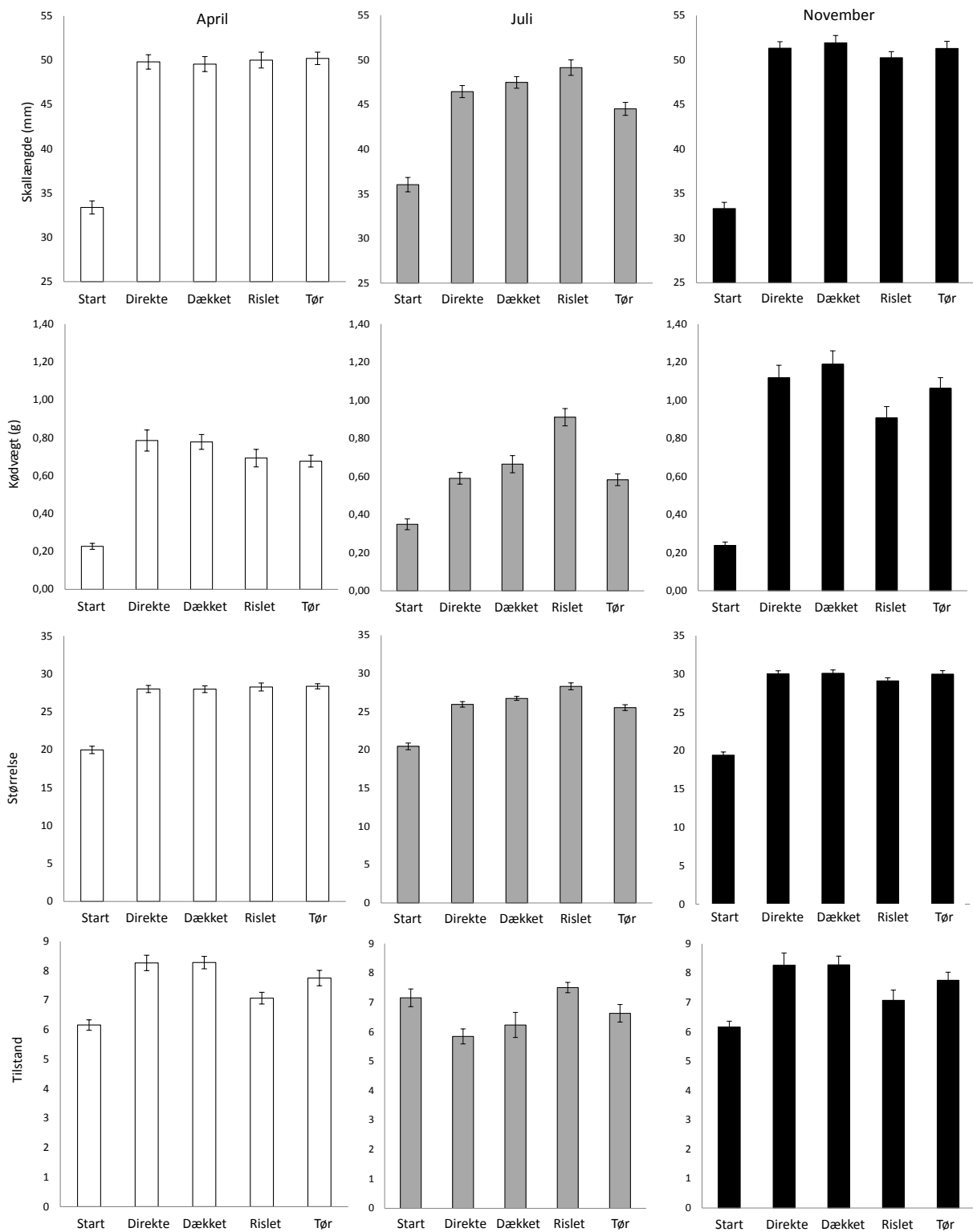
Selv om der var en vis effekt af de forskellige behandlinger, var denne lille, generelt klare blåmuslingerne sig ens over tid. Dette illustreres især ud fra til ændringerne i blåmuslingernes længde over tid (Figur 4). Resultaterne er vanskelige at fortolke, fordi blåmuslingernes startstørrelse varierede mellem strømpetyper samt tidspunkter for udhæng.

**Tabel 1: Statistisk analyse af hvordan behandlingerne (direkte, dækket, rislet og tør) og tidspunktet for udhæng påvirkede skalstørrelse, længde, kød vægt (tør) og blåmuslingernes tilstand (KI). Fed værdier er signifikant ved  $P < 0,05$ .**

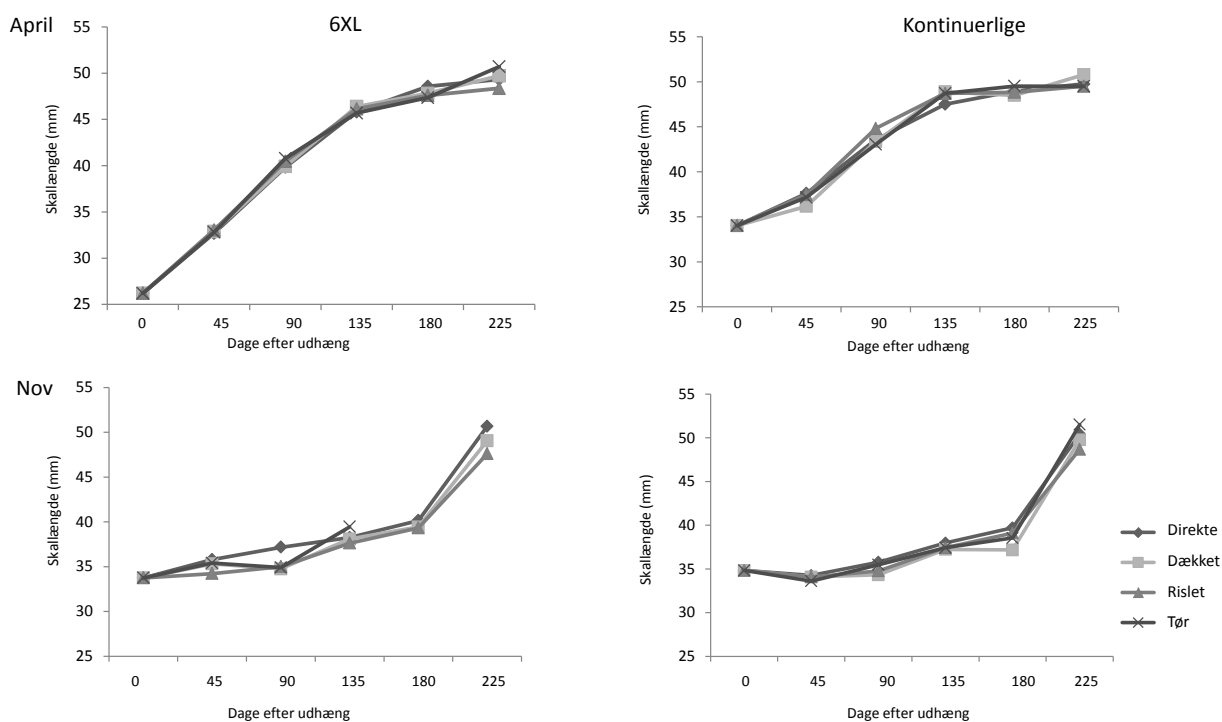
Source	df	Størrelse p	Længde p	Kødvægt (Tør) p	Tilstand (KI) p
<b>6XL</b>					
Behandling	3	<b>0,037</b>	<b>0,019</b>	<b>0,006</b>	<b>&lt;0,001</b>
Tid for udhæng	3	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
Behandling x tid for udhæng	9	<b>0,005</b>	0,051	<b>0,018</b>	<b>&lt;0,001</b>
Residual	464				
<b>Kontinuerlig</b>					
Behandling	3	0,068	0,423	0,251	0,418
Tid for udhæng	3	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
Behandling x tid for udhæng	9	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,233
Residual	464				



Figur 2. Effekt af tidspunktet for udhæng (fra venstre til højre: åbne søjler - April (forår), grå søjler - juli (sommer), sorte søjler - november (efterår)) og behandlingstypen (start og slut-data for direkte, overdækket, rislet og tør) på skallængde, kødsvægt, samlede størrelse og tilstand (KI) målt på blåmuslinger fra 6XL strømper.



Figur 3. Effekt af tidspunktet for udhæng (fra venstre til højre: åbne søjler - April (forår), grå søjler - juli (sommer), sorte søjler - november (efterår)) og behandlingstypen (start og slut-data for direkte, overdækket, rislet og tør) på skallængde, kødvægt, samlede størrelse og tilstand målt på blåmuslinger (KI) fra kontinuerlige strømper.



Figur 4. Effekten af behandlingerne direkte, dækket, rislet og tør på længden af blåmuslinger i 6XL strømpes (øverst) og kontinuerlige strømpes (nederst) for strømpes hængt ud i (fra venstre til højre) April (forår); Juli (sommer) og November (efterår) over tid.

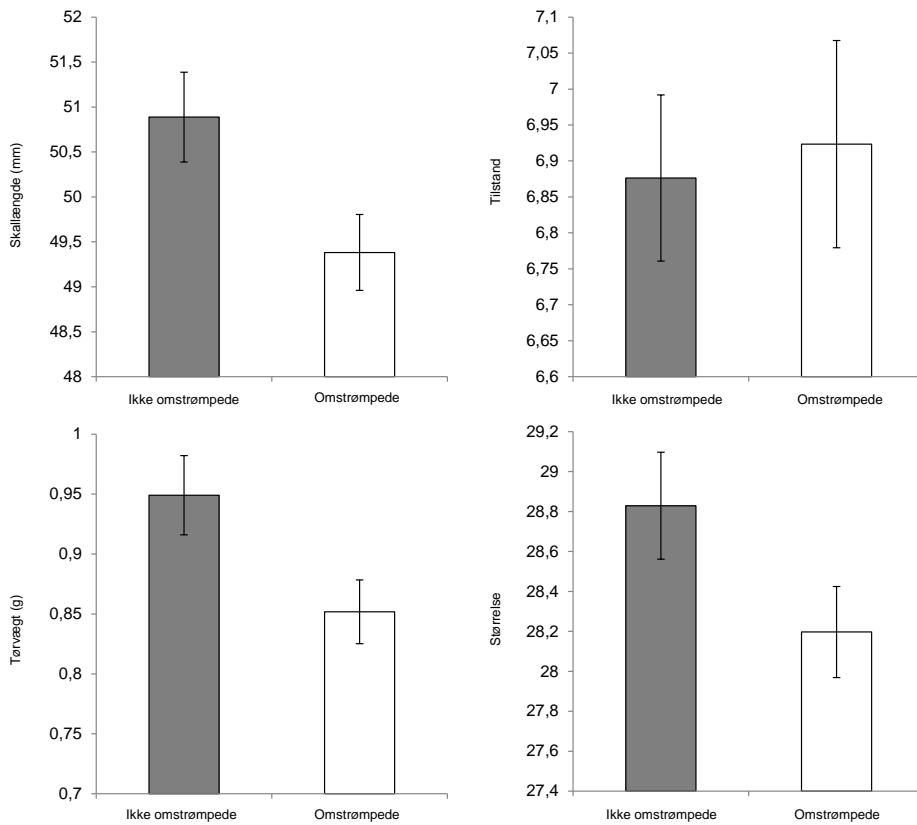
## 2) Forlængelse af sæson

Omstrømpning af høstede blåmuslinger havde en signifikant effekt på flere kommercielt vigtige parametre. Anvendelse af kontinuerlige strømpemateriale producerede blåmuslinger, som var betydeligt mindre i længden (3%), kødvægt (10%) og den samlede størrelse (2%) sammenlignet med overhængende blåmuslinger (tabel 2, figur 5). Der var ligeledes en signifikant forskel i disse tre parametre over tid, med største gevinster i kødvægt mellem juni og juli. Det havde ingen effekt på blåmuslingernes tilstand (KI) alene, men tid og samspillet mellem behandling og tid havde en signifikant effekt på blåmuslingernes tilstand (tabel 2, figur 6).

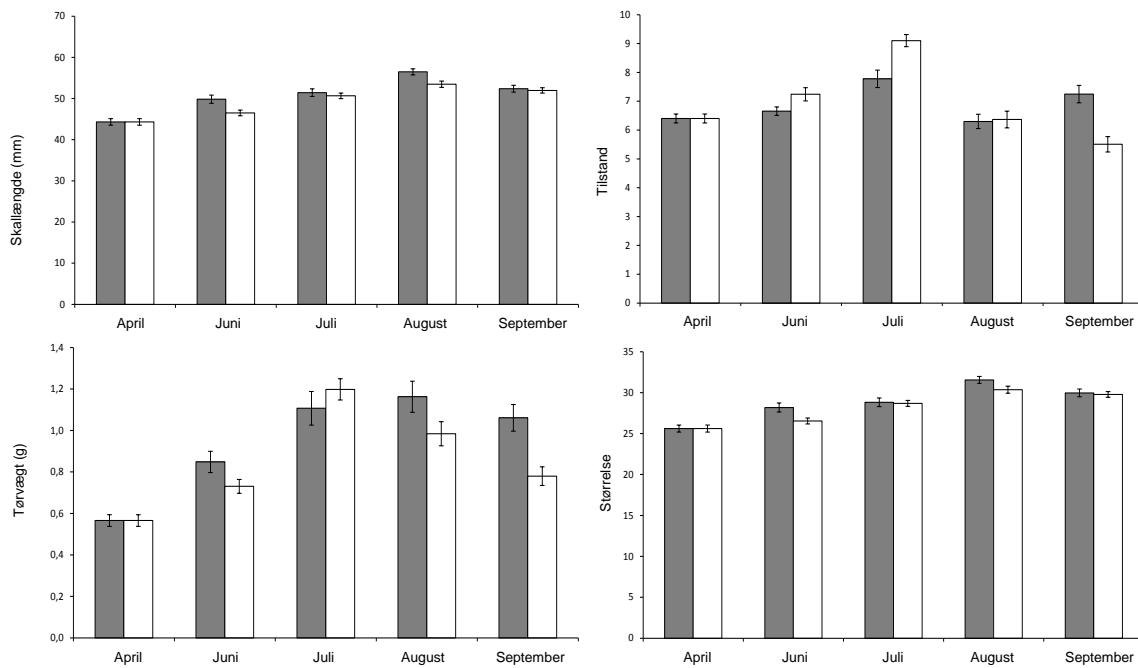
Tabel 2. Statistisk analyse af effekten af behandlingen (omstrømpet, ikke omstrømpet) over tid på blåmuslingernes skalstørrelse, længde, tørvægt og tilstand (KI). Fremhævede værdier signifikant ved  $P < 0,05$ .

Kilde	df	Størrelse	Længde	Kødvægt (Tør)	Tilstand (KI)
		p	p	p	p
Behandling	1	<b>0,023</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	0,755
Tid	4	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
Behandling x tid	4	0,225	0,107	<b>0,007</b>	<b>&lt;0,001</b>
Residual	290				





Figur 5. Effekten af omstrømpningen på blåmuslingernes skallængde, tørvægt, tilstand (KI) og samlede størrelse.

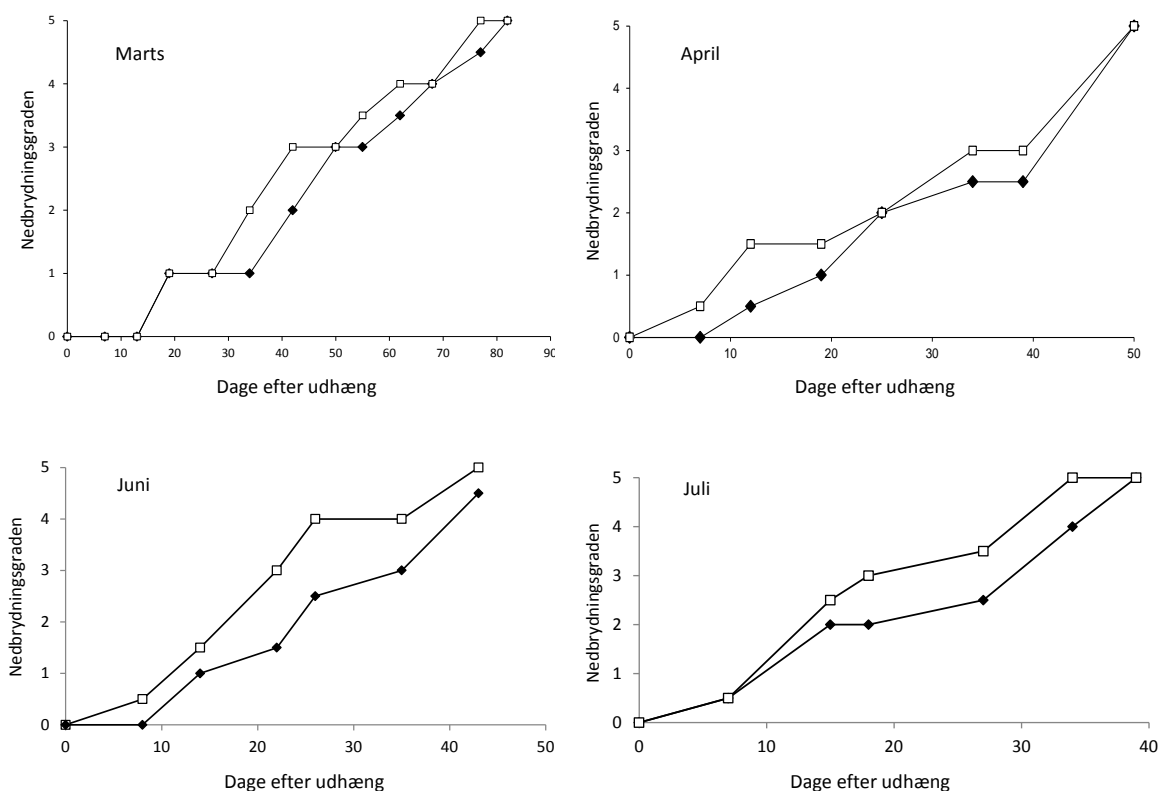


Figur 6. Effekten af omstrømpningen på blåmuslingernes skallængde (øverst til venstre), tørvægt (nederst til venstre), tilstand (KI) (øverst til højre) og den samlede størrelse (nederst til højre) over en periode på fem måneder mellem april og september. Grå søjler repræsenterer ikke omstrøpede behandling og hvide søjler er omstrøpede behandling.

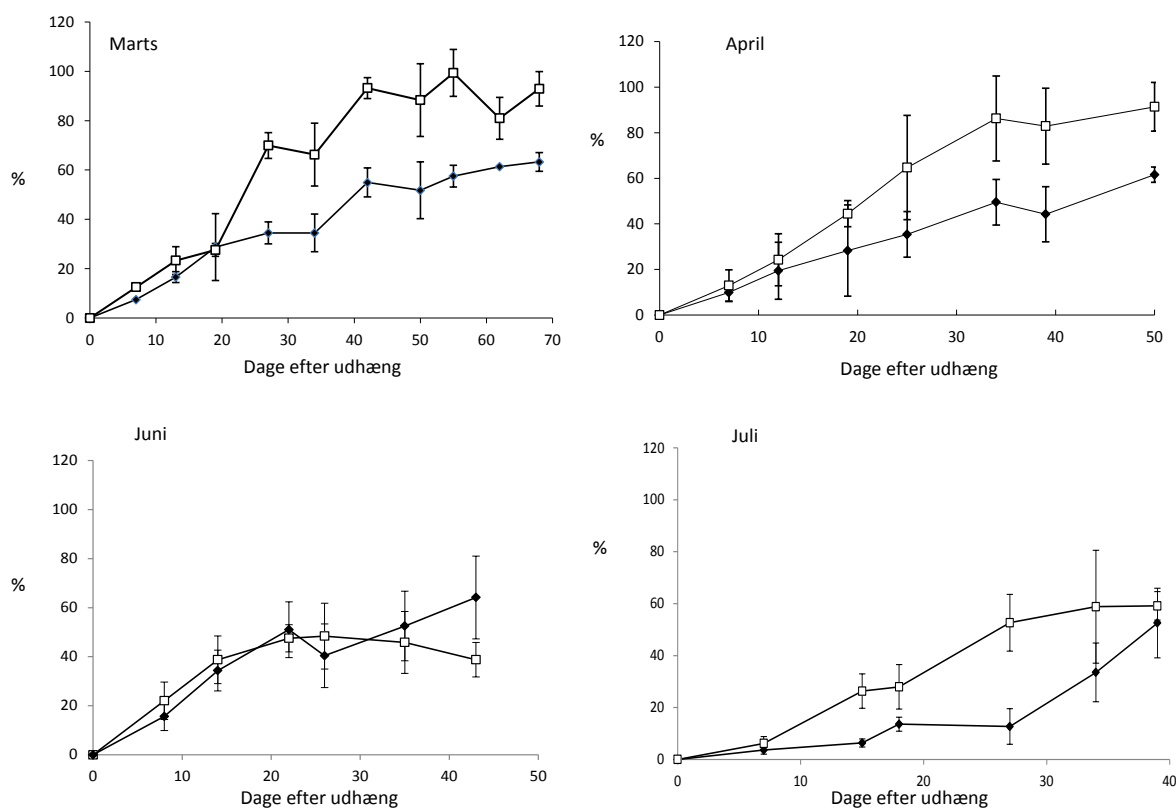
### 3) Bomuldsforsøg

Data indsamlet i dette eksperiment var ikke omfattende nok til statistisk analyse og dermed til at bekræfte gyldigheden af de observationer som blev udført i forsøget. Strømper der blev hængt ud i juli syntes dog at nedbryde hurtigere i forhold til andre måneder (Figur 7). Her tog det kun 40 dage inden alt bomuld var fuldt nedbrudt, hvorimod det tog hele 85 dage for strømper hængt ud i marts måned, 50 dage for strømper hængt ud i april og 45 dage for strømper hængt ud i juni. I alle tilfælde, skete nedbrydningen af bomulden hurtigere i kontinuerlige strømper sammenlignet med 6XL strømperne.

Strømpetyper blev observeret til have en vis betydning for blåmuslingernes evne til at kravle ud af strømpen, med en variation der var afhængig af tidspunktet på året strømperne blev hængt ud. I de normalt køligere måneder, marts og april, var mængden af blåmuslinger, som var kravlet ud den samme for de to typer af strømper indtil cirka 20 dage efter udhængning. Efterfølgende måling viser at 90% af blåmuslingerne er kravlet ud af 6L strømperne (uden bomuld) sammenlignet med mellem 50 og 60% i 6XL sokker (med bomuld figur 8). Færre blåmuslinger kravler ud af strømperne der blev hængt ud i juni og juli (interval på mellem 40 og 60%) i forhold strømper hængt ud tidligere. Der er ingen forskel i resultaterne fra de to strømpetyper hængt ud i juni måned. Derimod er der en vis forskel mellem strømpetyperne i juli, hvor der over tid er en tendens til at flere blåmuslinger kravler ud af 6L strømperne i forhold til 6XL.



Figur 7. Nedbrydningsgraden af bomulden over tid. Data stammer fra observation af kontinuerlige (□) og 6XL strømper (◆). 0 = Ingen ændringer i udseende og styrke, 1 = Hele bomuldsfibre men reduceret styrke, 2 = En begyndende visuel nedbrydning af bomuldsfibre. Tydelig reduceret styrke. 3 = Flere af bomuldsfibre er forsvundet. 4 = Næsten alt bomuld er væk, 5 = Intet spor af bomuld. Der var ingen variation mellem reifikationer og derfor ses der ingen standardafvigelse.



Figur 8. Mængden af blåmuslinger kravlet ud (%) over tid i 6L strømpere (uden bomuld; □) og 6XL strømpere (med bomuld; ◆). Noter at tiden hvor strømperne er hængt ud variere mellem udhængsmånederne. Dette skyldes ændringer i tiden for bomuldens nedbrydning.

## Konklusion

Strømpning af blåmuslinger er en nødvendig del af produktionsprocessen, for at tynde ud mængden af blåmuslinger på linen og bekæmpe settling af nyt muslingespå på ældre blåmuslinger. Selvom bomuldfibre, der findes i visse strømpetyper angiveligt nedbrydes efter omkring 3-6 uger, så blåmuslingerne har mulighed for at migrere ud af strømpen, har denne undersøgelse identificeret nogle problemer.

Strømpetype samt hvordan strømpede blåmuslinger behandles inden de hænges ud i vandet har en indvirkning på blåmuslingers vedhæftning, overlevelse og vækst. Blåmuslinger dyrket i 6XL strømpemateriale er væsentligt påvirket af i hvilken grad, de er udsat for havvand inden udhæng, samt hvilken tid på året det sker. Kontinuerlige strømpere er mindre påvirket. Omstrømpning af høstede store blåmuslinger har en signifikant effekt på flere kommercielt vigtige parametre. Omstrømpede blåmuslinger, er væsentligt mindre i længden, kødvægt og samlede størrelse end ubehandlede blåmuslinger, men dette variere tidsmæssigt. Strømpere med bomuld (kontinuerlig og 6XL) hængt ud i sommerperioden nedbrydes hurtigere end i foråret. Kontinuerlige strømpere opnår et samlet hurtigere niveau af nedbrydning over tid end 6XL. Strømpetyper har en effekt på blåmuslingernes evne til at kravle ud af strømpen, men dette varierer afhængigt af hvilket tidspunkt på året strømperne hængt ud.

Der er behov for yderligere forskning på de positive og negative virkninger af strømpning og en gennemgang af de nuværende strømpnings protokoller der bruges ved linemuslingeproduktion i

Limfjorden. Den type strømpemateriale der anvendes, den metode der bruges efter strømpning og forud for udhængingen og hvilken tid på året disse procedure finder sted er alt sammen med til at påvirke vækst og tilstand hos dyrkede blåmuslinger.