



## Muslingefiltration – Øvelsesvejledning

### Muslinger til at forbedre vandkvaliteten



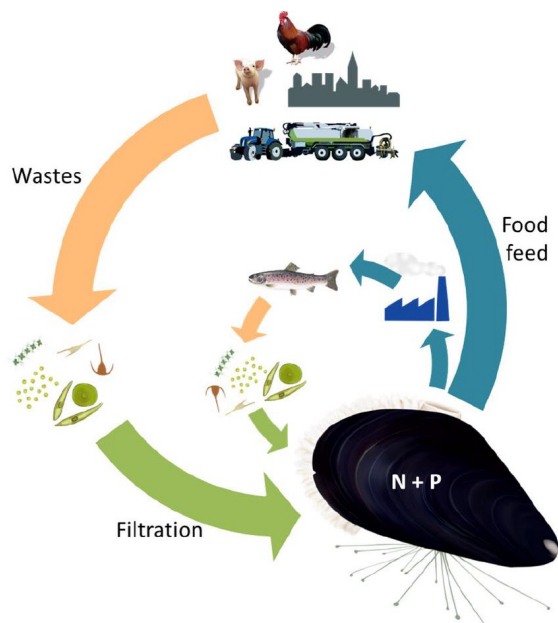
- Forklar hvordan blåmuslinger kan bruges til at fjerne næringsstoffer fra vandmiljøet.
- Definer og forklar hvordan kultivering/dyrkning af blåmuslinger kan påvirke miljøet positivt og negativt.
- Giv en vurdering af om det kan anbefales at bruge miljømuslinger til at forbedre vandkvaliteten.

Her er noget data til hjælp:

	Muslingekød				Skaller			
	Tørvægt <sub>kød</sub>	C	N	P	Tørvægt <sub>kød</sub>	C	N	P
<b>Muslinger på langliner</b>								
Estimat	90	39	8,5	0,5	173	5,7	1,7	0,1
Min	60	19	4,2	0,4	154	5,1	1,5	0,1
Max	150	65	16,5	0,9	192	6,3	1,9	0,1
<b>Fiskede muslinger</b>								
Estimat	50	22	4,7	0,3	173	5,7	1,7	0,1
Min	35	11	2,5	0,2	154	5,1	1,5	0,1
Max	70	35	7,7	0,4	192	6,3	1,9	0,1

Antal kilogram fjernet per ton høstede muslinger:

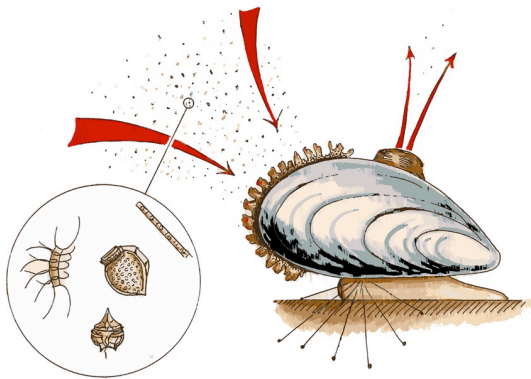
- 1 ton levende muslinger høstet fra et muslinge anlæg fører til, at der teoretisk bliver fjernet ca. 13,7 kg kvælstof (N) og 0,9 kg fosfor (P).
- I et optimeret system kan der høstes 1300-2300 t muslinger (et anlæg i fuld størrelse måler 250 x 750 m), svarende til 18-31,5 t kvælstof per anlæg eller 0,9-1,7 t/ha.



# Muslingefiltration

## Formål

Voksne muslinger kan filtrere adskillige liter havvand i timen, hvis der er en tilstrækkelig koncentration af plankton. Formålet med denne øvelse er at undersøge blåmuslingers filtrationspotentiale. Filtrationsraten/-hastigheden bestemmes ved at anvende en såkaldt "clearance rate" teknik, hvilket sætter tal på, hvor hurtigt koncentrationen af plankton reduceres. Filtrationspotentialet kan bruges til at illustrere vigtigheden af blåmuslinger som et kollektivt "biofilter".



## Teori

Blåmuslingens gæller kan tilbageholde partikler ned til 2-3  $\mu\text{m}$  med høj effektivitet. Partikler større end 4  $\mu\text{m}$  tilbageholdes 100%.

Ved at kende startkoncentrationen af alger i akvariet, og derefter løbende måle koncentrationen ved tidsintervaller kan man udregne, hvor meget vand muslingen/muslingerne filtrerer. Til dette skal du bruge følgende formel 1:

Formel 1:

$$F = \frac{(\ln C_0 - \ln C_t) \cdot V}{t \cdot n}$$

F = filtrationsrate (L/time)

( $C_0$ ) = Koncentrationen af alger ved start (alger/L)

( $C_t$ ) = Koncentrationen af alger ved tiden t (alger/L)

V = den totale volumen af vand i akvariet (L)

t = tid (timer)

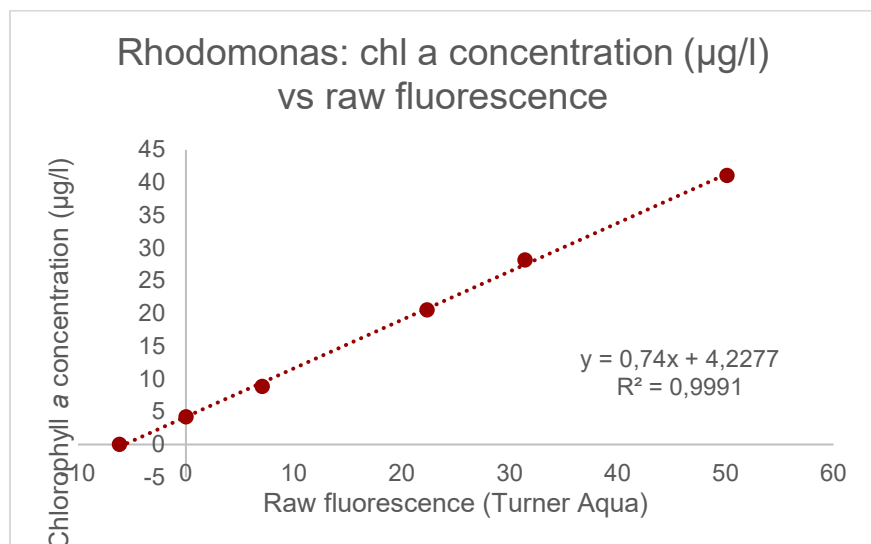
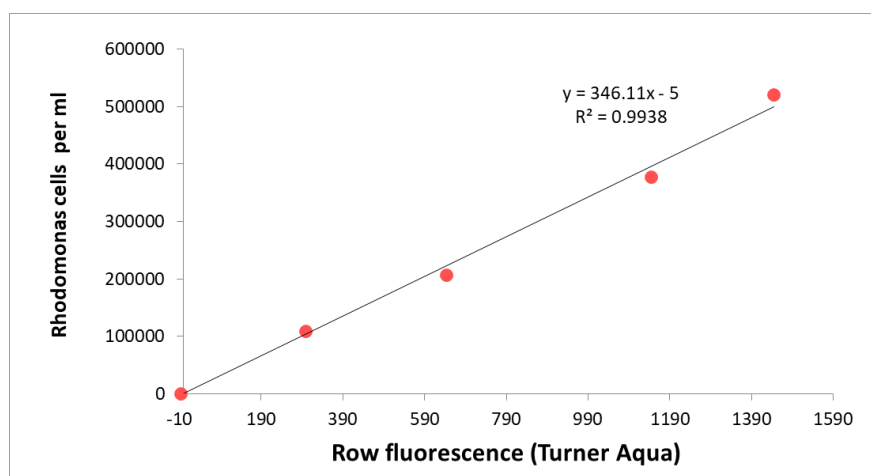
n = antallet af aktivt filtrerende blåmuslinger

## Måling af fluorescens med et fluorometer

Fluorescens er et fænomen, hvor et stof absorberer specifikke bølgelængder af lys og udsender længere bølgelængder af lys. Chlorophyll a i algerne absorberer blåt lys og udsender rødt lys. Fluorometre registrerer chlorophyll a ved at udsende en stråle af blåt lys (bølgelængde ~440 nm) og dernæst registrere rødt lys (bølgelængde ~685 nm). Generelt er denne fluorescens direkte proportional med koncentrationen af det materiale man undersøger (her chlorofyl a / algeceller).

Hvis man ønsker at vide koncentrationen af alger skal man først lave en fortyndingsrække af algen, måle hver prøve og dernæst tælle algecellerne i samme prøve eller måle chlorofylkoncentrationen.

Man plottes dernæst variablerne mod hinanden, hvorved man får grafer som disse:



## Materialer

Levende blåmuslinger  
Avarie  
Luftpumper  
Filtreret havvand

Algeopløsning (vi bruger *Rhodomonas*)  
Stopur  
Pipetter  
Fluorometer

## Metode

Dagen inden forsøget (eller som minimum et par timer forinden) overføres muslingerne til et akvarie med en kendt volumen filtreret havvand og med luftpumpe.

I et godt designet "clearance" eksperiment er halveringstiden for algekoncentrationen ca. 30-40 min. Vandvolumen og antal muslinger kan justeres så dette opnås.

Mulige kombinationer kunne være:

- 8 L vand med 5-6 muslinger i størrelsen 5-5,5 cm.
- 5 L vand med 5-6 muslinger i størrelsen 4-4,5 cm
- 5 L vand med 6-7 muslinger i størrelsen 3-3,5 cm
- 2 L vand med 4 muslinger i størrelsen 2 cm
- 10 L vand med 4 muslinger i størrelsen 5 cm

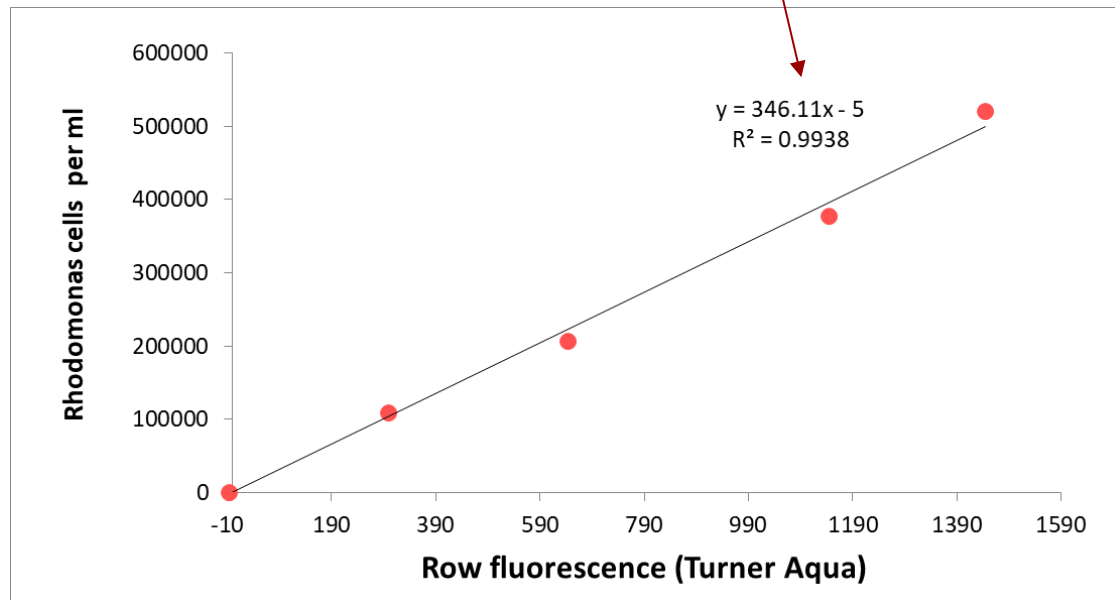
Før forsøget startes placeres muslingerne i akvariet således at du kan iagttage om de er åbne under forsøget. Hvis en eller flere muslinger ikke er åbne under forsøget, tages de ikke med i udregningerne.

Identificér inflow og outflow (hvor muslingerne suger vand ind og hvor de spytter det ud) på figuren nedenfor - **hvorfor er det vigtigt at muslingerne er åbne under forsøget?**



## Filtrationsforsøg

1. Mål koncentrationen af stamkulturen af algen *Rhodomonas*. Hvis nødvendigt kan man lave en fortynding af stamkulturen. Fra kalibreringskurven (se nedenfor) kan koncentrationen i celler per ml nu udregnes: Rhodomonasceller per ml = 346,11 \* flourometermålingen -5.



2. Udregn volumen af stamkulturen ( $V_1$ ) der skal tilsættes for at opnå en startkoncentration på f.eks. 7000 algeceller per ml i akvariet. Brug formel 2:

Formel 2:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2 \quad \Leftrightarrow \quad V_1 = \frac{C_2 * V_2}{C_1}$$

$C_1$  = koncentrationen af *Rhodomonas* (celler per ml). Svarer til udregnet/af læst koncentration fra y-aksen.

$C_2$  = Den ønskede startkoncentration i akvariet, f.eks. 7000 celler per ml.

$V_1$  = er den volumen af alger vi ønsker at tilsætte for at opnå  $C_2$  (celler per ml)

$V_2$  = er volumen af vand i akvariet (ml)

3. Tilføj den udregnede volumen alger til akvariet. Vent et øjeblik inden den første vandprøve udtages for at være sikker på, at algerne er godt blandet op i havvandet.
4. Udtagning af prøver: Udtag vandprøver fra akvariet hvert 5-10 min (notér det præcise tidspunkt). Den første prøve udtages ved tiden 0. Udtag en prøve med pipette omtrent det

samme sted i akvariet hver gang, f.eks. i midten af akvariet (aldrig i bunden). Overfør prøven til en kuvette og mål prøven på fluorometeret. Derefter hældes prøven forsigtigt tilbage i akvariet. Forsøget kører således indtil koncentrationen er ca. halvdelen af startkoncentrationen. Derefter tilsættes der alger igen, så startkoncentrationen igen bliver 7000 celler/ml (udregn volumen der kræves). Ved at køre forsøget flere gange er der en større chance for at muslingerne vil filtrere med maksimal kapacitet. Desuden sikrer man flere datapunkter til sine udregninger.

5. Resultater: Resultaterne plottes som den naturlige logaritme af algekoncentrationen som funktion af tiden (timer), som er linær. Ud fra regressionskoefficienten ( $a$ ) er det muligt at udregne den individuelle clearance rate ( $F$ ) (formel 3). Læg mærke til, at denne er en omskrivning af formel 1.

Formel 3:

$$F = (V/n) \times a$$

$V$  = Volumen af vand i akvariet (L)

$n$  = antallet af aktivt filtrerende muslinger

$a$  = regressionskoefficienten



**Hvad er enheden for filtrationsraten?**

I et tidligere studie (Riisgård et al. 1980) har man fundet følgende sammenhæng mellem muslingens tørvægt ( $W$ , g tørvægt af bløddele) og længde på muslingen ( $L$ , mm):

$$W = 18,8 \times 10^{-6} L^{2,6}$$

I et andet forsøg (Møhlenberg & Riisgård 1979) fandt man følgende sammenhæng mellem filtrationsraten ( $F$ , L i timen) og tørvægt af bløddelene ( $W$ , g):

$$F = 7,45W^{0,66}$$

6. Når forsøget er slut måles længden af jeres blåmuslinger. Brug dette og de ovenstående sammenhænge til at udregne den teoretiske filtrationsrate af jeres blåmuslinger. Sammenlign med den målte filtrationsraten fra forsøget.



**Hvilke faktorer kunne tænkes at påvirke resultaterne?**



### Spørgsmål

- Hvorfor skal man bruge *filtreret* havvand?
- Hvorfor er det vigtigt at der er en luftpumpe i akvariet?
- Hvordan ser de målte resultater ud sammenlignet med den teoretiske filtrationsrate? Hvis der er afvigelser, hvad kan det så skyldes? Der kan selvfølgelig være sket fejl, men der kan også være andre forklaringer.
- Hvilke antagelse/betingelser skal være opfyldt for at vi kan være sikre på, at "tabet" af alger i forsøget er et udtryk for muslingernes filtration?



### Filtrationspotentiale

**Brug den udregnede filtrationsrate til at estimere hvor meget vand muslingerne i et anlæg kan filtrere per dag:**

I et muslinge anlæg er der typisk 90 km line, som muslingerne vokser på. Muslingerne sidder tæt sammen, hvilket betyder at der kan være 1500 muslinger per meter line. Hvis vi antager, at alle muslinger filtrerer med den samme filtrationsrate, som vi har målt i forsøget, hvor mange liter vand kan muslingerne i et anlæg tilsammen filtrere på en dag?

Hvilke faktorer skal man overveje og hvilke antagelser skal man gøre for at dette resultat er rigtigt?

