

Papola Sitaki

Na17

Arlandagymnasiet

Gymnasiearbete/naturvetenskaplig specialisering

Handledare: Matz Norling, Henrik Wilmar och Johan Lindell

Vandrar musslans filtrering vid lägre ph-värde

(Innehållsförteckningen kan skapas *automatiskt* i Word om du rubricerat och sidnumrerat korrekt.)

Innehållsförteckning

Abstract. Sammanfattning	Fel! Bokmärket är inte definierat.
1. Inledning	3
1.1 Syfte och frågeställning/hypotes	3
2. Bakgrund	4
2.1 vandarmusslan	4
2.2 vandrar musslans filtrerande funktion samt artens påverkan på ekosystem	5
2.3 försurning och ekosystemets påverkan	5
2.4 mälaren idag	7
3. Utförande	8
3.2 Metoder	8
3.2.1 -experiment 1	8
3.3 Utrustning	8
3.4 Genomförandet	9
4. Resultat	9
5. Diskussion	14
5.1 utvärdering av undersökning	14
5.3- Vidare forskning	15
5.2 - slutsats	15
Källor	16
Bilagor	17

Sammanfattning

I följande studie undersöks vandrarmusslans (*dreisenna polymorpha*) filtreringsförmåga i två olika PH-värden. Syftet med undersökningen var att ta reda på om ett lägre ph-värde påverkar musslan filtreringseffekt. Studien planerades och genomgicks tillsammans med naturskolan i Sigtuna. Studien genomfördes med hjälp av två förberedande experiment, tredje experimentet gick ut på att observera musslans filtrerande funktion i en sur miljö samt Mälarens ph-värde. Det genomfördes genom uppställning av mätarställning för två olika akvarier. Experimentets resultat observerades och presenterades i olika grafer.

I rapporten uppmärksammas även vandrarmusslans påverkan på ekosystemet och försurningens konsekvenser för sjöar, vattendrag och övriga tillrinningsområden. Mänskliga aktiviteter har påverkat vattnets PH-värde sedan industrialiserings start.

För att kunna dra en starkare koppling mellan resultat och hypotes krävs det en förändring i experimentets metod. Experimentet genomfördes inte tillräckligt många gånger för att kunna dra en trovärdig slutsats. Vidare forskning krävs och med hjälp av denna studie kan andelen felkällor minimeras och en mer säker metod genomföras.

Abstract

In this following study, the filtration ability of the zebra mussel (*dreisenna polymorpha*) is analyzed in two different ph-values. The purpose of the examination was to find out if a lower ph-value have an influence on the zebra mussels filtering effect. The study was planned and performed in Naturskolan, Sigtuna. The study was performed with the help of two preparatory experiments, in the third experiment the zebra mussels were observed in an aquarium filled of water with a low ph-value and Mälarens natural water.

The report draws attention to the zebra mussels influence on the ecosystem together with the consequences for lakes, watercourses and other catchments. Human activities have influenced the waters ph- value since the beginning of the industrialization.

To pull a stronger connection between the result and the hypothesis, a change to the method of the experiment is required. The experiment was not carried out enough times to reach a trustworthy conclusion. Further research is required, using this study can help minimize the proportion of wrongs and a safer method can be implemented.

1. Inledning

Huvudsakliga orsaken till försurning är förbränningen av svavelhaltig kol och olja under 1900-talet, idag har utsläppen minskat och nedfallet av sulfat är på samma nivå som för hundra år sedan. (havs och vatten myndigheten 2019) Däremot finns andra typer av försurningar, en global försurning som är oroväckande och mindre uppmärksam. Vi är medvetna om effekterna koldioxidutsläppen har på planetens temperatur, men är vi tillräckligt informerade om koldioxidutsläppens påverkan på havet och försurningen som på sikt kommer hota många planets arter? Många saknar vetenskapen om hur mångfalden kommer påverkas av en försurning.

1.1 Syfte och frågeställning/hypotes

Syftet med arbetet var att undersöka om ett lägre PH-värde påverkar vandrarmusslornas filtrerande funktion. Många sjöecosystem är försurade på grund av mänsklig aktivitet och det har utförts få experiment för att undersöka hur olika arter påverkas av en försurad miljö. I detta experiment kommer vandrarmusslans respons på en försurad miljö undersökas för att försöka förstå hur musslan kommer påverkas av att försurningen i framtiden. För att förstå det måste följande fråga ställas: Kommer ett lägre PH-värde försämra vandrarmusslans filtreringsförmåga?

Min hypotes är att vandrarmusslan kommer filtrera mindre effektivt i ett lägre PH-värde. Denna hypotes är baserad på tidigare forskning och studier som visar att musslor tillhör de arter som är känsliga för framtida PH-förändringar. Tidigare studier och experiment visar även att PH-värde är ett utav de viktigaste kraven för att musslan ska etablera sig i ett område.

2. Bakgrund

2.1 vandrarmusslan

Vandrar musslan (*dreissena polymorpha*) eller zebarmusslan har sitt ursprung från områden kring Svarta havet och kaspiska haven men har troligtvis med hjälp av kanalbåtar spridits vidare till både utanför och innanför Europa. Arten är triangelformad och kan bli upp till 4 cm lång, unga musslor kan kännas igen efter deras karaktäristiska zebrarandiga mönster, medans äldre musslor får en brunare färg. (hav och vatten myndigheten 2018) Med hjälp av sina så kallade byssaltrådar kan musslan fästa sig på hårda ytor och på detta sätt lättare etablera sig in i nya områden. (global invasive species database 2009)

I Sverige har musslan upptäckts i början av 1920-talet, första fyndet av musslan var 1926 i Mälaren. Nu har musslan etablerat sig i mindre insjöar i uppland och Hjälmaren. Musslan återfanns i delar av Bråviken, och även de Östergödska sjöarna Roxen och Glan. (havs och vatten myndigheten 2018). Musslornas invadering på olika områden medför både fördelar och nackdelar för ekosystemet. Vandrarmusslans fortplantning kan resultera till att andra arter slås ut eller påverkas negativt eftersom det blir ökad konkurrens om föda och plats. Ursprungliga musselarter hotas när invaderande vandrarmusslor fäster sig på deras skal. Vandrarmusslans hastiga expander kan dessutom leda till konsekvenser för ekonomin samt miljön (svt 2013).

Vandrarmusslan räknas med i världens 100 mest invasiva arter (Global invasive species database 2009), deras förmåga att fortplanta sig snabbt har lett till att de kan spridas och kolonisera områden under en väldigt kort tid. Vandrarmusslans förmåga till utbredning beror på två faktorer, etablering och spridning. Naturlig spridning av vandrarmusslan inom ett område genom frisimmande larver (Grandin & Larson 2007). Dessa larver produceras i stora mängder, en mogen vandrarmussla producerar årligen upp till en miljon ägg. Under våren sker fortplantningen och tusentals ägg kan befruktas under reproduktion cykeln. Musslorna reproducerar sig under den del av året när vattentemperaturen överstiger 12 grader. Adult musslor och larver kan transporteras långa sträckor med hjälp av vattenströmmarna, innan de fäster sig i ett område och koloniserar sig. Mänskliga aktiviteter kan dock leda till spridning av vandrarmusslan på områden som inte vore möjligt utan mänsklig hjälp (Grandin & Larson 2007)

Vandrarmusslan ställer höga krav på sin omgivning, för att arten ska etablera sig måste förhållandena tillfredsställa musslan. Undersökningar visar att vattnets **pH-värde**, temperatur, salthalt, kalciumkoncentration, magnesiumhalter samt tillgång till föda på ytor är viktiga faktorer för att musslan ska trivas. Vandrarmusslan har förekommit i områden där dessa miljökrav inte råder, detta är dock ovanligt. Musslan trivs i områden med mindre strömmar, för att lättare kunna fästa sig på hårda ytor som stenar och växter (Granid & Hallsten & Goedkoop 2006). Spridning av vandrarmusslan går att aktivt förhindra genom att rengöra båtar, dykardräkter, fiskredskap och annan utrustning innan de förflyttas till nya främmande vattenområden. (SVT 2014)

2.2 vandrar musslans filtrerande funktion samt artens påverkan på ekosystem

Vattentmusslan har en effektiv filtrerande funktion och är kapabel till att filtrera upp till en liter vatten per/dag. Arten livnär sig på alger med hjälp av inbyggda "inhalations och exhalationssifoner". Musslans biologiska aktivitet har dock många negativa och positiva påverkningar på ekosystemet. Detta innebär att när vandrarmusslan filtrerar oorganiska partiklar eller växtplankton blir det ett förbättrat siktdjup. Ett ökat siktdjup leder till att tillväxten av växtplankton och undervatten växter

ökar då ett klarare sikt resulterar god fotosyntes. Vandrarmusslans filtrerings innebär också att musslan tar upp olika typer av föroreningar. Dessa föroreningar riskerar sedan att "biofagniseras" och spridas till andra vattendrag av musslans predatorer. Att främmande föroreningar flyttas till nya vattendrag kan leda till konsekvenser för ekosystemet där (Benson 2018).

Vid täta populationer av vandrarmusslor kan sedimentationen öka kraftigt. Detta beror på att musslan inte konsumerar alla partiklar som den tar upp. Partiklar som inte kan utnyttjas som föda kapslas in i slem och först ut i vattnet som "pseudofekalier". En del organismer gynnas av halten av organiska ämnen i sedimentet som ökar, t.ex. benetiska djur. Dock kan andra arter påverkas negativt av musslans filtrering (Granid & Hallsten & Goedkoop 2006).

När vandrarmusslorna etablerar sig i konstruktionsområden som slussar, kylsystem och bevattningsanläggningar kan förödelserna bli kostsamma. Nordamerika drabbades av tydliga konsekvenser när vandrarmusslan oavsiktligt med hjälp av mänsklig aktivitet fördes över till *de stora sjöarna* slutet av 1980-talet. Musslan påverkade populationer av inhemska arter och blockerade vattenintag och kylsystem. De ekonomiska kostnaderna för vandrarmusslans skador på friluftsliv, industrier och kraftverk nådde miljarder dollar (Havs och vatten myndigheten 2018).

Massförekomsten av vandrarmusslan kan förändra artsammansättningen hos planktoriska varelser. När musslan filtrerar växtplankton och inkapslar eller konsumerar dem minskar fytoplankton. En minskning av fytoplankton kan förändra syreomsättningen i vattnet, då fytoplankton står för hälften av planetens fotosyntetiska aktivitet. En minskning av fytoplankton innebär dessutom att förekomsten av vissa zooplankton kommer minska eftersom växtplankton står för deras födokälla. Många organismer i vattnet lever på zooplankton, detta betyder att om zooplankton minskar kommer deras predatorer minska på grund av brist på föda. Det kommer leda till konkurrens på föda mellan Organismer som tonfisk, sardiner och övriga små fiskar (Granid & Hallsten & Goedkoop 2006).

2.3 försurning och ekosystemets påverkan

Naturlig försurning

Försurning av mark, sjöar och vattendrag har länge varit ett stort miljöproblem i Sverige. I många fall är sjöar naturligt sura, dock har nedfall av försurande ämnen lett till en accelererad försurning. Alla vatten med ett PH-värde lägre än 7 är teoretiskt sätt sura, däremot så räknar man in sjöar med ett PH-värde under 5-6 som försurande vattendrag (vrede 2004).

Det finns svaga syror i organismer som frigörs när organismerna bryts ner, humussyror från nedbrytningsprodukter av organismer har under en lång period skapat försurade miljöer i en del sjöar. Vanligtvis är sjöar omgiven av myrmark och barrskog, dock är organismerna i dessa sjöar anpassade till en sur miljö. Naturliga processer som vulkanutbrott kan bidra till utsläppen men påverkar inte naturen i lika stor grad som mänskliga aktiviteter. (naturvårdsverket 2019)

Försurning orsakad av människan

PH är ett mått som mäter hur basiskt eller surt vattnet är, när pH mäts är det i själva verket koncentrationen vätejoner som mäts. En lösning med lägre PH-värde innehåller fler vätejoner än en lösning med högre PH-värde. För att kunna mäta vattnets förmåga att ta emot basiska eller sura ämnen utan förändring i PH (buffrande förmåga) använder man måtenheten alkalitet. I limiska system bestämmer mängden lösta karbonatjoner alkaliteten. Karbonaterna i jonerna kan förekomma i olika former och beroende på systemets pH bestäms vilken form som dominerar. Om tillförseln av vätejoner är stor (sur nederbörd) så kommer karbonat och vätejonerna förbrukas. När alkaliteten förbrukas kommer vattnet förlora sin buffrande förmåga, detta innebär att sur nederbörd påverkar vattnets förmåga att bibehålla PH-värdet. (vrede 2004)

Sjöns PH och alkalitet bestäms till stor del av berggrunden vegetationen och jordarter i området. Sjöar i områden med sura bergarter, många jordar och mycket myrmark eller barrskog är naturligt sura. Låg alkalitet eller lågt PH behöver inte vara kopplat till försurning. (vrede 2004)

Sedan innan industrialiseringen har man uppskattat att nederbördens PH värde har sänkts med 0,1 enheter. Eftersom PH- skalan är logaritmisk, innebär en minskning med 1 PH-enhet en tiofaldig ökning av lösningens syror. En minskning med 0,1 PH-enheter motsvarar alltså en 26 procentig ökning av havets surhet och ett 10 gånger surare nederbörd.

Förbränning av kol, olja och naturgaser (benämns fossila bränslen) frigör svavel i form av svaveldioxid (SO₂), när luften tillförs sura svavelföreningar från förbränningen oxideras svaveldioxiden senare i atmosfären och bildar svavelsyra. Resultatet blir atmosfäriskt nedfall av saltpeter- och svavelsyra, dvs surt regn (Policy brief 2020).

Kväveoxider (kväveoxid och kvävedioxid) bildas när syre och kväve reagerar i högre temperaturer, majoriteten av utsläppen sker i samband med förbränningsprocesser. Sedan 1990 har däremot utsläppen av kväveföreningar minskat, i samband med detta har nedfallet av kväveföreningar minskat med en fjärdedel (Naturvårdsverket 2019)

Däremot har utsläpp av svaveldioxid och kvävedioxid minskat till samma nivå som förra 100 år sedan. (Havs och vatten myndigheten 2019) Dock är sjöarnas återhämtningstid lång och trots att många sjöar kommit långt i sin återhämtningsprocess finns nu en annan typ av försurning som uppmärksammas de senaste åren. Koldioxidutsläppen bidrar till en global havsförsurning, i nuläget har inte det skett någon omfattande förändring. Däremot kommer det på sikt att ge en större effekt och en global havsförsurning kommer inte vara möjlig att kalka, i längden kommer detta hota artsammansättningen. En del arter kommer gynnas av försurningen och tillväxten av dessa arter kommer öka. Maneter och vissa typer av alger trivs i surare miljöer, utvecklingen i havet beskrivs som "the rise of slime". Eftersom tillväxten av dessa arter leder till ett slemmigare och grumligare hav kommer miljön vara ogästvänlig för andra arter och människor. Organismer högre upp i näringsväven kommer påverkas av artsammansättningen lägre ner i näringsväven, av denna orsak kommer Försurningen på detta sätt påverka hela havets ekosystem (Policy Brief 2020)

En betydande stor del av koldioxidutsläppen tas upp havet, vår planets hav betraktas som en "koldioxidsänka". Dock har inte havets koldioxidupptag endast positiva aspekter. Koldioxiden i vattnet reagerar med syra och bildar kolsyra, vilket resulterar i en gradvis minskning av PH-värdet. I vattnet finns också löst kalk som koldioxiden reagerar med. Denna process orsakar problem för kalkbildande arter som musslor och korallrev. (Policy Brief 2020) Musslans var skyddande skal är uppbyggt av kalk kommer drabbas hårt av försurningen. (Wikipedia 2019)

2.4 Mälaren idag

Mälaren är Sveriges tredje största sjö med 8000 holmar, skär och öar. Sjöns medeldjup ligger på 12,8 meter och har ett avrinningsområde på cirka 22 600 km². I avrinningsområdet ligger Stockholms län, Dalarna, Örebro, Södermanlanslän och delar av Uppsala (SMHI 2018).



3. Utförande

3.2 Metoder

3.2.1-experiment 1

Detta experiment gick ut på att förstå hur vatten med löst jäst blir klarare i ett akvarium med musslor respektive utan. Syftet med experimentet var att undersöka hur musslorna filtrerade jäst. Mätupställningen ställdes upp och det sattes en 24 timmars registrering i datalogen. Datalogen (labquest2) sattes för mätning av ljustransmission.

3.2.2-experiment 2

Undersökning gick ut på att undersöka om användningen av jäst skulle påverka vattnets PH-värde. Musslors som fångades en månad innan och levde i ett större akvarium med rumstemperatur utnyttjades i undersökningen. Det sattes en 48 timmars registrering i datalogen.

3.2.3 - experiment 3

Detta experiment gick ut på att förstå hur vandrarmusslan filtrerade i ett lågt ph-värde respektive ett högt. Experimentet påbörjades med att musslor lades på en tallrik och sedan i två olika akvarier. Både akvarierna innehöll en blandning av fin lera och vatten. För att undersöka musslans filtrering i ett lågt ph värde, lades utspädd saltsyra i akvarium nr 1 för att sänka ph till 5 enheter. I akvarium nr 2 bevarades vattnets ursprungliga PH-värde (8 enheter). Slutligen påbörjade en 96 timmars registreringen för ljus respektive ph mätning för att mäta musslornas kapacitet.

3.3 Utrustning

Utrustning som användes för följande experiment: 4 hinkar, skovel, 2 rektangulära akvarium, två IKEA LED-lampor, fin lera, två svarta plastpåsar, silvertejp, papperstejp, två vita plastplattor (fördela ljuset från lampan), två luftpumpar, två träbitar för ställning av ljussensorn, två labquest mätare som är ansluten till två ljussensorer och fyra pH sensorer, 60 musslor (på tallrik), två träbitar, pipett, saltsyra/HCl (utspädd saltsyra (2mol/dm^3), 22 liter vatten och 2 luftpumpar.

3.4 Genomförandet

3.4.1

Vandarmusslor upplöckades från Mälaren och placerades i ett stort gemensamt akvarium och fick ligga där i några veckor innan första experimentet påbörjades. Det stora akvariet fylldes med vatten från Mälaren. Några veckor senare förberedes mätuppställningen, två avlånga akvarier rengjordes och fylldes med 22 liter vatten (rumstemperatur). Akvarierna etiketterades med siffrorna 1 och 2. I akvarium 1 placerades 2 stenar med inga musslor. Därefter tillsattes syra för att vattnet skulle få god syresättning. En syrepump kopplad med slangar och en syresten klot användes. En led-lampa tejpades fast på akvariet för belysning och Ljussensorn placerades i akvarierna. Jäst löstes i bägge akvarierna och en 48 timmars registrering startades på datalogen (labquest2).



Första experimentet

3.4.2

Vandarmusslor (fästa på stenar från det stora akvariet placerades i det mindre rektangulära akvariet. 1 kryddmotjäst löstes i vattnet och två ph sensorer var uppkopplade till datalogen (96 timmars registrering startade). Musslorna var från tidigare experiment.



Andra experimentet

3.4.3

60 (nya) musslor från Mälaren plockades bort från sina stenar och placerades i en hink fylld med vatten. Musslorna fick ligga i vattnet ett tag och anpassades till rumstemperaturen. Därefter påbörjades förberedelse av mätarställning. LED-lampa tejpades fast på bägge akvarierna för belysning, en vit skiva placerades framför lampan för att fördela ljuset. Därefter placerades en ljussensor framför belysningen tätt till glaset med hjälp av en träbit. Två rektangulära akvarier rengjorde och fylldes med rumstempererat vatten. Akvarierna namngavs, nr 1 och nr 2. I akvarium nr 1 skulle PH-värdet sänkas och i akvarium nr 2 skulle PH-värdet behålla sitt ursprungliga värde.

Tillförsel av syre sattes in till bägge akvarierna med hjälp av en syrepump som var kopplad till slangar och en syresten klot. Musslorna fördelades på två porslinstallriker och lades ner i respektive akvarium. 25 milliliter saltsyra tillsattes i akvarium nr1 med en pipett, därefter löstes fin lera i ett glas

med vatten och 1,5 dl hälldes i respektive akvarium. Både akvarierna täcktes med svarta sopsäckar (isolering av ljus). Fyra ph sensorer och två ljussensorer var uppkopplade till datalogen, därefter sattes en registrering på 96 h för PH och ljustransmission.

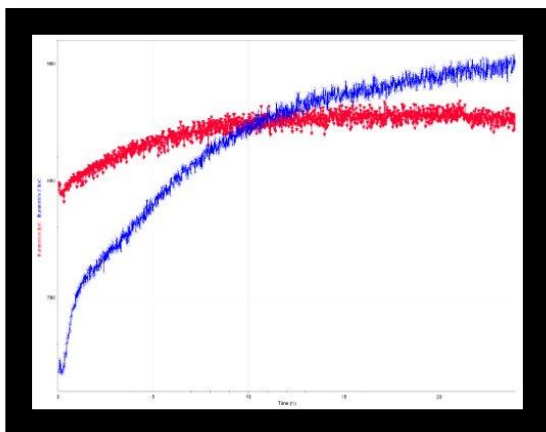


trede experimentet

4. Resultat

4.1

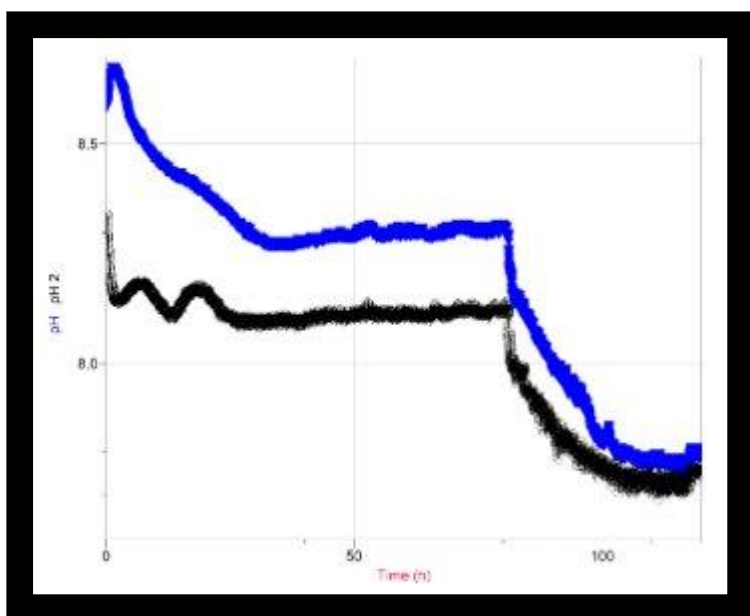
Syftet med undersökningen gick ut på att observera hur musslorna filtrerade jätten. Den blåa kurvan representerar akvariet med musslor, medan den röda visar utan. I akvariet utan musslor skedde inte någon omfattande förändring i lux, medan musslorna i andra akvariet bidragit till en stor förändring. Akvarierna hade olika lux-värden i början.



ljustransmission

4.2

Syftet med experimentet var att undersöka om jäst var ett bra alternativ för experimentet, orsaken var att det tidigare visat sig sänka ph-värdet i vattnet. Som svarta kurvan visar sänker sig PH-värdet i samband med att jästen hölls i.

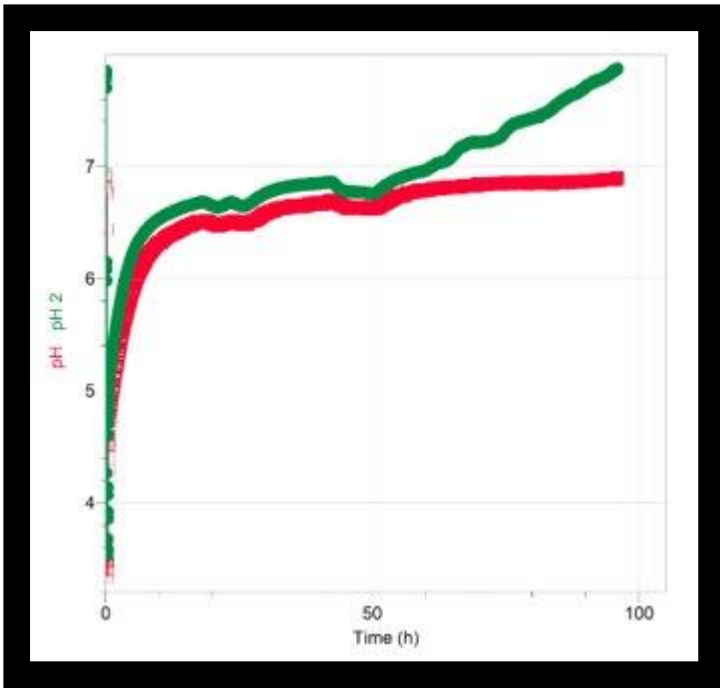


4.3

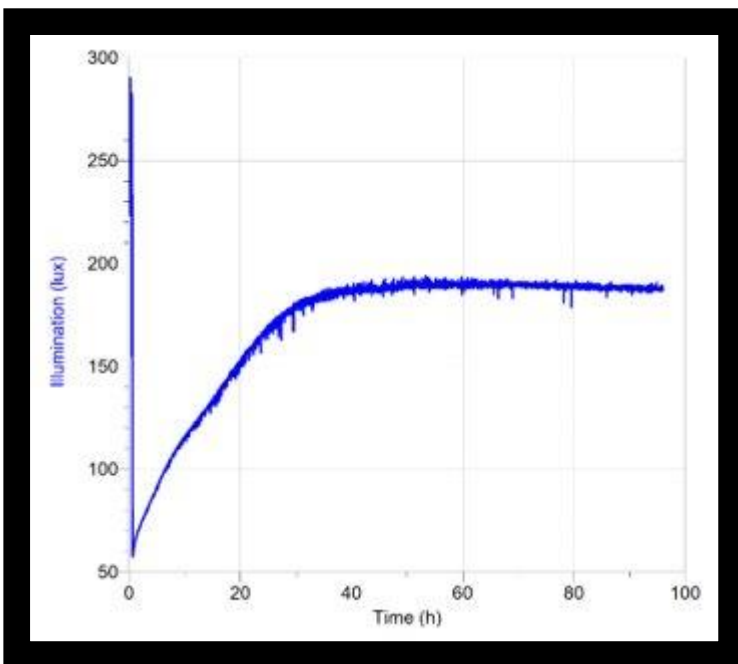
Syftet med detta försök gick ut på att bedöma hur vattnets ph påverkade musslans filtreringsförmåga. I akvarium nr 1 studerades musslans filtrering i lågt PH värde och i akvarium nr 2 observerades musslans filtrering i sjöns naturliga PH-värde.

Första figuren representerar ph förändringen i akvarium nr 1 (akvarium med lågt PH) och figur nr 2 visar ljustransmissionens förändring för akvarium nr 1. figuren visar PH-värdets förändring under 96 timmars registrering på datalogen labquest2. Ph-värdet sänktes från sitt naturliga tillstånd till 3,4 enheter, därefter höjdes PH-värdet avsiktligt till (4,56- 4,85). 24 timmar efter att registreringen påbörjades hade PH värdet nått ungefär 6.7 enheter. efter 50 timmar började den röda sensor plana ut sig samtidigt som den gröna sensorn visar en omfattande stigning. Ljustransmission mätningen visade en ökning på illuminaxion lux under 35 timmar. Efter 35 timmar börjar lutningen plana ut sig och blir mer konstant. Tredje figuren visar PH förändringen för akvarium nr 2 efter 96 timmars registrering av datalogen labquest2.

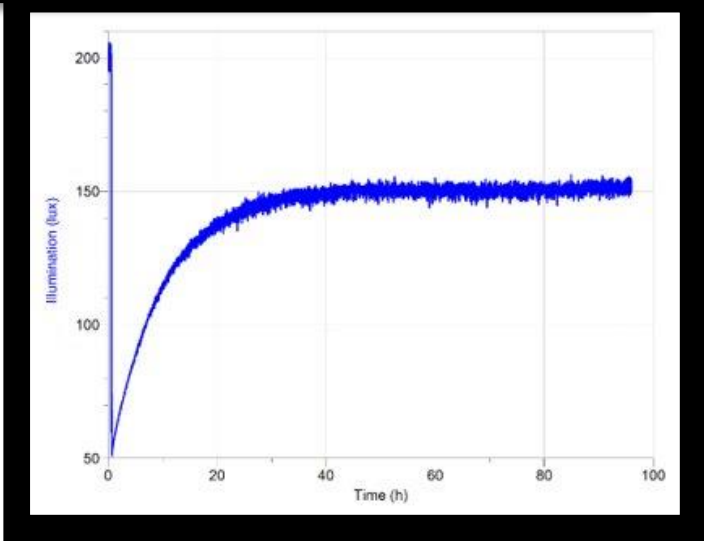
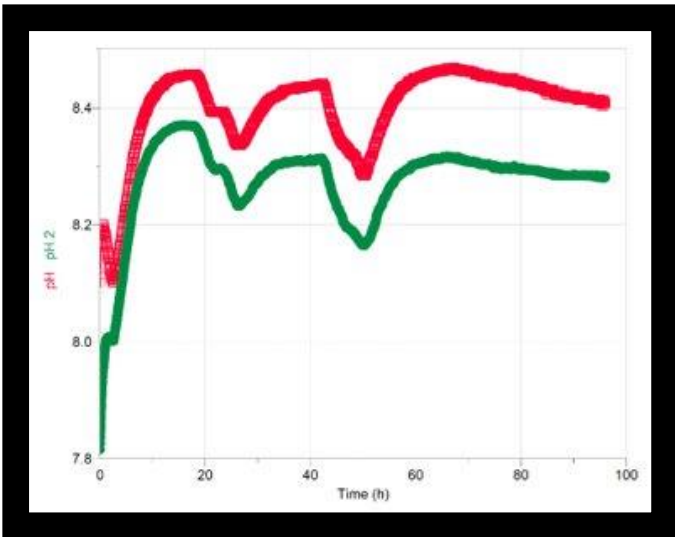
En hastig stigning för ljustransmissionens observerades för både akvarierna, däremot visar lutningen i figur två en mindre effektivare filtrering under första timmarna av registreringen i jämförelse med figur nr 4 (ljustransmission för akvarium nr 2) .



Akvarium nr 1- ph förändring



Akvarium 1-förändring i ljustransmission



Akvarium 2-förändring i ljustransmission

5. Diskussion

5.1 utvärdering av undersökning

Undersökningen delas in i 3 olika experiment, de två första experimenten som ägde rum var en förberedelse och hjälpte oss att bygga upp det sista experimentet som skulle ge oss ett svar på frågeställningen *kommer ett lägre ph-värde försämra vandrarmusslan filtreringsförmåga?* Brist av tid resulterade till att det inte påbörjades några kontrollförsök för att minimera antal felkällor och inte kunde dras en tillräckligt trovärdig slutsats.

I första försöket experimentet gjordes ett snabbt mindre förberett test för att observerades om musslorna filtrerade av jäst. Resultaten visade att ljustranmissionen inte gav någon omfattande förändring i akvariet utan musslor medan akvariet med musslor visade en betydande förändring. I avsnitt 2.1 tas det upp att musslan är kapabel till att filtrera 1 liter vatten/dag och slutsatsen att vattnet filtrerat jästen kan dras.

I andra experimentet visade det att jäst sänkte vattnets ph-värde, orsaken till detta var oklart men till tredje experimentet byttes jäst ut mot fin lera från åkern för att minska felkällor.

I försök nummer 1 och 2 placerades musslorna i akvarierna med stenarna, orsaken till detta var att inte förändra musslornas "habitat". Resultaten av detta var att stenarna blockerade en del av ljuset för ljussensorn. Dessutom plockades musslorna försiktigt från stenarna till sista experimenten och placerades på tallrikar. Detta var för att musslorna skulle kunna fördelas jämnt mellan akvarierna för ett mer objektivt resultat. Om musslornas brysseltrådar skadats av att separeras från stenarna är osäkert.

Resultatet av sista experimentet visade en sämre filtrering hos musslorna i akvariet med lägre ph värde. Troligtvis filtrerar musslorna sämre i ett lågt ph på grund av deras miljökrav (se avsnitt 2.1). För att musslor ska trivas och etablera sig är PH-värde ett viktigt krav.

Metoden kan utvecklas ytterligare för att minska antalet felkällor och få ett mer trovärdigt resultat. Huvud Experimentet ställdes endast upp en gång, för att slå fast vid ett mer trovärdigt resultat och minimera andelen felkällor är det viktigt att upprepa experimentet fler gånger. Skulle möjlighet för upprepning av experimentet göras skulle många åter gärdas vidtas.

I akvarium nr 1 steg PH-värdet tydligt de första 10 timmarna, PH-värdet låg på 4,56–4,85 i början av experimentet och steg ungefär 2 enheter efter 10 timmar. Syftet med experimentet var att observera musslornas filtrerande funktion i ett ph värde under 5, men under 96 timmar registrering var ph värdet under 5 i endast ett par timmar. Det här är en viktig felkälla, då experimentet gick ut på att musslorna skulle filtrera i ett lägre ph värde. En fråga som skulle kunna ställas efter experimentet är *påverkar musslans närvaro vattnets PH-värde?* En annan fråga som kan ställas är *påverkar fin lera vattnets PH-värde?* Om experimentet upprepas, är det viktigt att finna en lösning till PH-värdets stigning. En trolig anledning till att musslan filtrerade finleran effektivt efter de första timmarna i experimenten kan vara att vattnets PH värdet steg. Detta resulterade till att musslorna filtrerade i en icke försurad miljö, vilket ledde till att det blev svårare att uppfatta hur musslorna filtrerar i lågt PH.

I avsnitt 2.3 nämndes det att Vandrarmusslan tillhör gruppen "kalkskalbildare". Vandrarmusslor har på grund av detta svårare att växa i sura miljöer och är extra utsatta. Kalk är neutraliserande, vilket innebär att en möjlig förklaring till varför PH-värdet höjdes markant i akvarium nr 1 var att kalk i musslans skal löst upp sig i samband med PH-värdets sänkning. En ytterligare, mer trovärdig förklaring till varför ph-värdet steg kan varit fin leran som orsakat en förbättrad buffringskapacitet.

Efter att ha studerat felkällorna, visade det sig att lera från Mälarenregionerna transporterats av smältvatten som kommer ifrån områden med kalksten beläget i botten.

Många åter gärder togs för att minska andelen felkällor under processen. För att ljus från omgivningen inte skulle ha någon påverkan på ljustransmissionen i registreringen täcktes både akvarierna med 2 svarta säckar. Eftersom det första akvariet var placerat i närheten av ett fönster hade dagsljuset påverkat mängden ljus som ljussensorn känner av. Fördelen med att använda svarta säckar att ljuset från lampan isolerades och risken för felkällor minimerades.

I tredje experimentet plockades nya vandarmusslor innan undersökningen påbörjades. En av orsakerna var att musslorna hade slutat fästa sig till stenar och visade inga tecken på liv. En lång tidsperiod på 4 månader passerade mellan första och sista experimentet. Mellan experimenten placerades musslorna i ett akvarium med rumstemperatur. När vandarmusslorna upplockades från Mälaren ville man inte förändra temperaturen de anpassat sig till. Därför placerades i ett stort akvarium i samma sjövattnet de plockades från, för att minimera risken att de drabbas av en temperaturchock.

5.3-Vidare forskning

Eftersom det är svårt att dra en trovärdig slutsats utifrån denna undersökning kan det vara intressant att fortsätta studera på vandarmusslans filtrering i lägre PH-värden. En studie som dessutom kan öppna upp andra frågor som; *hur påverkas vandarmusslans tillväxt av ett lägre ph-värde?* Ett annat intressant forskningsområde är hur viktigt kalciumhalten i vattnet är för vandarmusslans tillväxt. Mer forskning om vandarmusslans positiva inverkan på ekosystemet är viktigt, musslan klassas som en invasionsart som orsakar problem. Men *vilka arter kommer påverkas negativt av en minskning av vandarmusslan?*

5.2 - slutsats

Utifrån min tolkning av studien filtrerar vandarmusslan mindre effektivt i en surare miljö. Vandrar Musslan är en kalbildande art, vilket innebär att den har svårt för etablering i miljöer med lågt PH-värde. Vandarmusslan har också ett stort inflytande på ekosystemet, vilket innebär att både en massinvasion och minskning av arten kan ge både positiva och negativa förändringar. Mer forskning om vandarmusslans positiva inverkan på ekosystemet bör vara mer aktuellt.

Källor

1. 18 maj 2012, uppdaterad 26 oktober 2018, SMHI.
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/fakta-om-malaren-1.5089>
2. havs- och vattenmyndighet (2018), vandarmussla (dreissena polymorpha) publicerad: 2015-12-03. <https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/arter-och-naturtyper/vandarmussla.html>
3. Global invasive species database (2009) <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=50>
4. Ulf Granid, Simon Hallsten, Willhem Goedkopp (2006–09) vandarmusslors spridningspotential i Sverige, Sveriges lantbruksuniversitetet.
<http://info1.ma.slu.se/ima/publikationer/internserie/2006-09.pdf>
5. Tobias Vrede (2004) Limnologi, Uppsala universitet.
<file:///Users/rbk/Downloads/Vrede%202004%20Limnologi.pdf>
6. Policy Brief (januari 2020) Ekosystemen hotas när havsförsurningen når Östersjön, Stockholms universitet. file:///Users/rbk/Downloads/PB_Forsurning_1_2020webb.pdf
7. Ulf Grandin, Daniel Larson (2007) Riskanalys och metodik för övervakning av vandarmussla (dreissena polymorpha), Sveriges lantbruksuniversitet.
<file:///Users/rbk/Downloads/2007%20Grandin%20Riskanalys%20och%20metodik%20f%C3%B6r%20%C3%B6vervakning%20av%20Vandarmussla.pdf>
8. Havs och vatten myndigheten (2019-04-01) Försurning av sjöar och vattendrag. Publicerad (2014-04-09) . <https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/miljopaverkan/forsurning-av-sjoar-och-vattendrag.html>
9. Wikipedia (2019) Musslor. <https://sv.wikipedia.org/wiki/Musslor>
10. SVT (30 juli 2014) vandarmusslan får allt starkare fäste.
<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/ost/vandarmusslan-far-allt-starkare-faste>

11. SVT (30 juli 2013) Vandrarmusslan hotar slå ut inhemska arter
<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/ost/vandrarmusla-hotar-sla-ut-inhemska-arter>

12. Naturvårdsverket (12-9-2019) Bara naturlig försurning.
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Bara-naturlig-forsurning/>

13. Naturvårdsverket (21-10-2019) Fakta om kväveoxider i luft.
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftforeningar/Kvaveoxider/>

14. Amy J, Benson (2018) USGS-factsheet, Dreissena polymorpha.
<https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=5>

Bilagor

Om du har använt dig av enkäter eller andra frågemallar ska de bifogas längst bak i rapporten.